Path. 880 q/1

Naegeli

E, KV

<36622847410018 S

<36622847410018

Bayer. Staatsbibliothek

Die niederen Pilze

in

ihren Beziehungen

zu den

Infectionskrankheiten und der Gesundheitspflege.

Von

C. v. Nägeli,

Professor in München.

München.

Druck und Verlag von R. Oldenbourg.

1877.

25 F

Die niederen Pilze.

Die niederen Pilze

in

ihren Beziehungen

zu den

Infectionskrankheiten und der Gesundheitspflege.

Von

C. v. Nägeli,
Professor in München.

München.
Druck und Verlag von R. Oldenbourg.
1877.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Inhaltsverzeichniss.

Seite

Einleitung . VII

Uebersicht des Inhaltes in zusammenfassenden Sätzen . . . XIII

I. Die niederen Pilze und die von ihnen bewirkten Zersetzungen 1
Morphologie und Unterscheidung der drei Gruppen 3
Zersetzungsprocesse 7
Selbständigkeit der drei Gruppen 15
Spezifische Verschiedenheit der Zersetzungspilze 18

II. Lebensbedingungen der niederen Pilze 25
Concurrenz unter denselben 30

III. Gesundheitsschädliche Wirkungen der niederen Pilze . . 34
Schimmel- und Sprosspilze 38
Spaltpilze . 40

IV. Infectionsstoffe 54
Nicht gasförmig; in minimalen Mengen wirksam 54
Sind Spaltpilze; ihre Verschiedenheit 57
Contagiöse, miasmatische und septische Infectionsstoffe 65
Infectionsstoffe der miasmatisch-contagiösen Krankheiten, Theorie . . . 68
Erfahrungsthatsachen der miasmatisch-contagiösen Krankheiten 75
Ungleiche Energie der Infectionspilze 88
Spontane Entstehung der Infectionskrankheiten 92
Umwandlung der Contagienpilze und Aussterben der Epidemieen . . . 94
Incubation; Schutz vor neuer Erkrankung; Impfbarkeit 98

V. Verbreitung der Infectionsstoffe und Eintritt in den Körper 103
Transport auf nassem und trocknem Wege 104
Die Infectionsstoffe lösen sich nicht von dem nassen, sondern erst von dem ausgetrockneten Nährboden ab 107
Sie werden als Staub in der Luft verbreitet 114
Eintritt in den menschlichen Körper 117
Verbreitung innerhalb desselben 123
Austritt aus demselben 125

VI. Hygienische Eigenschaften des Wassers 128
Verunreinigungen desselben 129
Erfahrungen über den Genuss von unreinem Trinkwasser 132
Untersuchung des Wassers 139
Unschädlichmachung des Wassers 141

Seite

VII. Hygienische Eigenschaften der Luft 143
Verunreinigungen derselben 144
Phylogenetische Betrachtung 147
Mikroskopische Untersuchung der Luft 150
Ursprung und Verbreitung des schädlichen Staubes 152
Schutz vor infizirter Luft 154

VIII. Hygienische Eigenschaften des Bodens 156
Entstehung der Spaltpilze im Boden 157
Entweichen derselben aus dem Boden 163
Siechfreier Boden . 173
Siechhafter (nasstrockner) Boden 177
Unschädlichmachung des siechhaften Bodens 188
Sumpfboden . 192
Boden mit wechselndem Grundwasserstand 194

IX. Desinfection . 198
Desinfection der Excremente, Abtritte und Abtrittgruben 204
Desinfection von beweglichen und unbeweglichen Dingen 209
Desinfection der erkrankten Personen und Organe 212

X. Abfuhr der Auswurfsstoffe 215
Mit Rücksicht auf Bodenverunreinigung 216
Abfuhrsysteme . 220
Hygienische Bedeutung der verschiedenen Abfuhrsysteme 221
Versitzgruben . 221
Schwemmkanäle . 224
Bewegliche Tonnen, pneumatische Röhren, Abtrittgruben 230
Vergleichung . 231
Vergleichung in ästhetischer Beziehung 233
Vergleichung in volkswirthschaftlicher Beziehung 235
Zusammenstellung der Ergebnisse 238
Münchner Zustände . 240
Landwirthschaftliche Zustände 246

(vgl. 1874 Pettenkofer)
XI. Bestattung der Leichen 253
Behandlung der Leichen vor der Beerdigung 253
Die Vorgänge im Grabe und die Folgen derselben 254
Anlage der Friedhöfe; Beschaffenheit der Särge 255
Massenbeerdigungen auf Schlachtfeldern 261

XII. Gesunderhaltung der Wohnungen 263
Beschaffenheit des Waschwassers 263
Beschaffenheit der Strassen in den Städten 266
Grüne Plätze in den Städten 270
Aufsteigen der Grundluft in den Häusern 273
Schutz vor der miasmatischen Grundluft 276
Feuchtigkeit in den Wohnungen 278

Einleitung.

Die Lehre von den freiwilligen organischen Zersetzungen, Fäulniss, Gährung und Verwesung, von ihren Ursachen, Trägern und Verhütungsmassregeln hat eine ungeheure praktische Tragweite. Nicht nur begegnen wir diesen durch die niederen Pilze veranlassten Zersetzungen täglich in Küche und Keller, in der Landwirthschaft und in den Gewerben, sie bedingen auch die gefürchtesten Krankheiten und ihre Abwehr ist eine Hauptaufgabe der Gesundheitslehre.

Die praktische Anwendung musste in allen diesen Dingen der wissenschaftlichen Einsicht vorgreifen. Es standen ihr entweder keine oder sehr mangelhafte wissenschaftliche Versuche und eine ganz ungenügende Kenntniss der niederen Pilze, ihrer Wirksamkeit und ihrer Lebensbedingungen zu Gebote. Besonders im Gebiete der Infectionskrankheiten und der Gesundheitslehre tastete sie, von der Wissenschaft ungenügend unterstützt und selbst irregeleitet, im Dunkeln und hat manchen Fehlgriff gethan, welcher das Wohl des Einzelnen und ganzer Gemeinwesen tief berührt.

Es war nicht anders möglich, als dass die erste mit Ausdauer und Methode geführte experimentell-wissenschaftliche Untersuchung wichtige Aufklärungen bringen musste. So haben mich denn auch meine langjährigen Beschäftigungen mit den niederen Pilzen und ihrer Wirkungsweise bei der Gährung, Fäulniss und Verwesung zu Ergebnissen geführt, welche in verschiedenen wesentlichen Punkten von den bisher allgemein verbreiteten Annahmen abweichen und dieselben berichtigen.

Die Methode, deren ich mich bediente, ist die streng experimentelle der neuern Physiologie, welche auf dem mühsamen Wege der exacten

und kritischen Forschung einzelne Thatsachen feststellt, die, einmal gewonnen, für immer bleibende Errungenschaften sind. Während zehnjähriger Arbeit waren hundert selbst tausend Einzelversuche mit allen zugehörigen Controlversuchen nothwendig, um einer einzigen Thatsache denjenigen Ausdruck zu sichern, der sich unter allen Verhältnissen als der richtige erwies, und der somit für anderweitige Versuche und für die praktische Anwendung unbedingt brauchbar war. Solche Thatsachen müssen auch in den Gebieten der Infectionskrankheiten und der Gesundheitslehre, soweit sie dieselben berühren, unbedingt als massgebend anerkannt werden; mit einem sicheren Factum darf keine Theorie sich im Widerspruche befinden[1]).

In diesen Gebieten hat man bisher fast ausschliesslich nicht die strenge Methode der Physik und Physiologie, sondern die leichtere der beschreibenden Naturgeschichte eingeschlagen, indem man aus Beobachtung und Erfahrung plausible Meinungen ableitete und dieselben zu einem eklektischen Systeme aufbaute. Es ist begreiflich, dass Meinungen und Systeme, die in dieser Weise leicht gewonnen wurden, ebenfalls leicht wie die Mode wechselten. — Wie in den Naturwissenschaften überhaupt besteht aber auch hier nicht die Aufgabe, ein System aufzubauen, sondern bloss diejenige, einzelne sichere Thatsachen zu begründen, welche ein unveräusserliches Kapital darstellen, das sofort in der Anwendung seine Zinsen abwirft, und das in der Folge durch neu hinzukommende Thatsachen sich nur vermehren kann.

Ich mache daher auch nicht den Anspruch, ein neues System aufzustellen, es müsste denn die consequente Durchführung eines Grundsatzes als ein solches erscheinen, — noch auch überhaupt viele neue Gedanken auszusprechen; es wäre diess auch kaum möglich in Gebieten, in denen schon beinahe auf alles gerathen wurde. Aber ich möchte zeigen, welche der bisherigen Hypothesen mit den naturwissenschaftlichen Gesetzen und den sicheren Versuchen im Widerspruche stehen und daher aufgegeben werden müssen, — welche

1) Ich habe die Ergebnisse meiner Untersuchungen, soweit sie für den in dieser Schrift behandelten Gegenstand von Wichtigkeit sind, in den ersten zwei Kapiteln kurz zusammengefasst.

Theorieen dagegen vom physiologischen und chemisch-physikalischen Gesichtspunkte aus als möglich oder wahrscheinlich oder selbst nothwendig an ihre Stelle zu treten haben.

An das Gebiet der Infectionskrankheiten bin ich ausschliesslich vom naturwissenschaftlichen Standpunkte herangetreten. Auf physiologischer und chemisch-physikalischer Seite liegt aber die Entscheidung der allgemeinen und Ausschlag gebenden Fragen. Die Beziehung zwischen den niederen Pilzen und dem menschlichen Organismus, woraus die Infectionskrankheiten hervorgehen, ist zunächst eine rein physiologische Angelegenheit, indem die Lebenskräfte der ersteren mit denen des letzteren in Streit gerathen. Erst wenn sich derselbe zu Ungunsten des Organismus entscheidet und krankhafte Erscheinungen hervorruft, beginnt der pathologische Vorgang. Die Frage betreffend die Natur und die Wirkungsweise der Ansteckungsstoffe muss also vor dem Forum der Physiologie entschieden werden, und dieser Entscheidung kann sich auch die Pathologie nicht entziehen. — Dass die Beurtheilung nicht den pathologischen Disciplinen angehöre, ergiebt sich übrigens schon aus dem Umstande, dass die einen Pathologen nicht nur jeder der Infectionskrankheiten einen besondern sie bewirkenden Pilz zuschreiben, sondern die Wirksamkeit der Pilze auch noch weiter im Gebiete der Krankheiten ausdehnen wollen, während die andern die Pilze als eine durchaus nebensächliche Erscheinung ansehen. Die physiologische Behandlung ist geeignet, den Eifer der erstern zu mässigen und die Zweifel der letztern zu erschüttern.

Ich habe es selbstverständlich unterlassen, auf das pathologische Gebiet als ein mir fremdes überzugreifen und mir bloss wenige allgemeine Andeutungen erlaubt. Die Anwendung der physiologisch gewonnenen Thatsachen auf die pathologischen und medizinischen Disciplinen muss den Fachmännern überlassen bleiben.

In der Gesundheitslehre, soweit dieselbe mit den niederen Pilzen zusammenhängt, kommt ausschliesslich der naturwissenschaftliche Standpunkt zur Geltung, denn der Schutz vor den Infectionsstoffen, um den es sich vorzüglich handelt, wird bloss durch die Natur derselben bedingt. Hier stehen nun mit den bisherigen Ansichten die

Ergebnisse der Pilzphysiologie und die experimentellen Thatsachen in scharfem Gegensatz.

Die Lehren der Hygiene waren wesentlich Meinungen, die nach dem Stande der Wissenschaft allerdings nicht als unberechtigt gelten konnten, denen aber doch eine klare Einsicht mangelte und die sich weder auf Erfahrung und Beobachtung noch viel weniger auf Versuche zu berufen vermochten. Es ist daher begreiflich, dass sie vor dem Experiment nicht Stand halten; denn wir wissen ja aus der Geschichte der Physiologie, wie oft selbst Beobachtung und Erfahrung, die man noch so sicher wähnte, von dem Experiment über den Haufen geworfen wurden.

Ich habe auf den hygienischen Theil das Hauptgewicht gelegt. Es handelt sich hier um volkswirthschaftliche Interessen von grosser Bedeutung. Die Summen, welche für hygienische Zwecke in unfruchtbarer, theilweise selbst in gesundheitsschädlicher Weise ausgegeben werden, betragen jetzt schon im deutschen Reiche jährlich mehrere Millionen, und es drohen ihnen in der nächsten Zeit noch weit grössere Ausgaben nachzufolgen.

Die Gesundheitslehre wird bei den Massnahmen zum Schutze vor Infectionskrankheiten gänzlich beherrscht von der Vorstellung, die ich geradezu als Vorurtheil bezeichnen muss, dass die Verunreinigung des Bodens und des Wassers durch organische Stoffe und Fäulnissprocesse besonders schädlich seien, während die wirklich gefährlichen Verunreinigungen der Luft unberücksichtigt bleiben. Jenes Vorurtheil hat keine Thatsache und keine sichere Erfahrung für sich; ihm widersprechen pilzphysiologische Gründe und alle Versuche, die man anstellt. Allerdings habe ich diese Versuche bis jetzt nur im Zimmer und im Kleinen ausführen können. Aber es liegt durchaus kein Grund vor, warum die Erscheinungen im Freien und im Grossen anders verlaufen könnten, — wie ja auch in analogen landwirthschaftlichen Dingen die Kulturversuche im Topfe prinzipiell das Gleiche ergeben wie diejenigen auf dem Acker.

Jedenfalls sollte auf das bisherige Vorurtheil hin weiter keine wichtige öffentliche Massregel ausgeführt werden. Wer seine vorgefasste Meinung gegenüber von wissenschaftlichen Thatsachen nicht

aufgeben zu können glaubt, muss dahin wirken, dass Versuche im Grossen eine allgemein überzeugende Entscheidung bringen.

Wenn beispielsweise die Wissenschaft es im höchsten Grade wahrscheinlich hält, dass die Abfuhr der Auswurfsstoffe durch Tonnen gegenüber den Schwemmkanälen und diese wiederum gegenüber den Versitzgruben (Schwind-, Senkgruben) mehr Schaden als Nutzen bringt, so möchten doch wohl kaum die beschlussfassenden Behörden und deren Berather die Verantwortung übernehmen, der Bevölkerung ja die grösseren jährlichen Ausgaben für das hygienisch schlechtere System aufzuladen. Sie müssten vielmehr zu dem Schlusse kommen, dass die verschiedenen Systeme zunächst durch Versuche im Grossen zu prüfen seien. Es wäre zu ermitteln, wie sich in einem Stadttheil, der regelmässig von Epidemieen ergriffen wird, verschiedene Complexe von Häusern verhalten, von denen der eine alle Auswurfsstoffe dem Boden übergiebt, andere sie durch Kanäle oder Tonnen wegführen lassen, und noch andere durch verschiedene Mittel gegen die schädlichen Bodeneinflüsse sich zu schützen versuchen. Ich hege keinen Zweifel, dass das Ergebniss dieser Versuche im Grossen mit den Versuchen im Kleinen übereinstimmen und entgegen den Lehren der Hygiene die Bodenverunreinigung nicht als schädlich sondern als nützlich erweisen würde.

Wie in diesem Beispiel sollte auch in allen andern Fällen vorgegangen werden. Bisher hat die Gesundheitslehre ihre Meinungen, statt sie zuerst durch Versuche zu erproben, gleich in die That übersetzt. So sind ganze Städte zum Versuchsobject geworden, und zwar ohne dass man dabei auch nur ein wissenschaftliches Ergebniss erlangt hätte. Denn jeder Versuch giebt uns nur insofern eine bestimmte Antwort, als die nöthigen Controlversuche daneben angestellt werden. Wenn, um an das vorhin angeführte Beispiel anzuknüpfen, in einer Stadt die Versitzgruben aufgegeben werden, so bleibt ungewiss, ob die günstigen oder ungünstigen hygienischen Erfahrungen der nächstfolgenden Jahre von dieser Veränderung oder von irgend einer andern (klimatischen, volkswirthschaftlichen) Ursache herrühren. Würde man dagegen nur in einigen Bezirken probeweise die Versitzgruben durch ein anderes Abfuhrsystem ersetzen, so müsste nach einer Reihe von

Jahren der Vergleich mit der übrigen Stadt ganz sicher zeigen, welches das bessere System ist.

Die Gesundheitslehre sollte also zu der Aufgabe zurückkehren, mit der sie eigentlich hätte beginnen sollen, nämlich durch Versuche im Grossen zu prüfen, ob ihre Theorieen haltbar sind, oder ob sie nicht vielmehr, entsprechend den Forderungen der Pilzphysiologie und der Versuche im Kleinen, aufgegeben werden müssen. Die Mittel dazu werden die Gemeinwesen oder freiwillige Vereinigungen der Einwohner leicht beschaffen, denn es liegt in Aller Interesse, dass nicht grosse und kostspielige Unternehmungen vergeblich oder gar zum Nachtheil der allgemeinen Gesundheitsverhältnisse ausgeführt werden.

Die bisherigen Veröffentlichungen über die in dieser Schrift behandelten Gegenstände sind fast alle in gemeinverständlicher Sprache abgefasst, diejenigen, welche die Gesundheitslehre betreffen, zum Theil selbst von naturwissenschaftlich oder wenigstens physiologisch nicht gebildeten Verfassern. Ich habe ebenfalls eine populäre Form gewählt und alles gelehrte Beiwerk sowie spezielle wissenschaftliche Nachweise weggelassen, indem der Forscher, der einer Thatsache weiter nachgehen will, leicht zu den literarischen Quellen oder zu den physiologischen Versuchen gelangen wird.

Der Hauptinhalt der vorliegenden Schrift wurde vom Januar bis März 1877 in der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie in München vorgetragen und zur Orientirung in „vorläufigen Sätzen“ zusammengefasst. Ich habe es für zweckmässig erachtet, auch hier eine ähnliche Uebersicht in kurzen Sätzen voranzustellen. Dieselbe soll die einzelnen Thatsachen und Folgerungen sowie den logischen Zusammenhang derselben schärfer hervorheben und in Verbindung mit dem Text die Nothwendigkeit des ganzen Gedankenganges dem Verständniss näher bringen[1]).

1) Die Uebersicht schliesst sich nicht immer strenge an die Reihenfolge der Schrift an und vereinigt in seltenen Fällen zerstreute Bemerkungen zu einem Satze; doch sind die Hauptstellen des Textes, welche Auskunft geben, der Seite nach bezeichnet.

Uebersicht des Inhaltes.

Seite

I. Die niederen Pilze und die von ihnen bewirkten Zersetzungen.

1) Die niederen Pilze gehören (mit Ausnahme von weniger bekannten Formen) drei natürlichen Gruppen an:

a. Die Schimmelpilze (Schimmel- oder Mycelfäden) sind verzweigte, gegliederte oder ungegliederte Fäden.

b. Die Sprosspilze (Alkoholhefezellen, Saccharomyces, Kahmhautzellen, Mycoderma, Mucorhefe) sind kugelige bis längliche Zellen, die durch Sprossung aus der Oberfläche sich vermehren und bald vereinzelt leben, bald zu baumartigen Kolonieen vereinigt bleiben.

c. Die Spaltpilze (Schizomyceten, Fäulnisshefezellen, Micrococcus, Bacterium, Vibrio, Spirillum etc.) sind kugelige Zellen, die durch Theilung sich vermehren, und bald vereinzelt leben, bald zu unverzweigten Reihen (Stäbchen, Fäden), selten zu Würfeln vereinigt sind. Sie stellen die winzigsten bekannten Organismen dar, indem von den kleineren Formen im lufttrocknen Zustande 30000 Millionen kaum 1 Milligramm wiegen 3—7

2) Die Schimmelpilze zerstören langsam die organischen Substanzen, indem sie sich von denselben nähren (Verwesung). Die Spross- und Spaltpilze wirken überdem als Hefe und zersetzen somit grosse Mengen von Substanz durch Gährung.

a. Unter dem Einfluss der Schimmelpilze „fault" das Obst, „vermodert" das Holz und verschwinden relativ trockne organische Substanzen, sowie lösliche und unlösliche organische Verbindungen aus sauren oder salzigen Flüssigkeiten.

b. Die Sprosspilze zerlegen den Zucker in Weingeist und Kohlensäure (Alkoholgährung) und führen sehr wahrscheinlich den Weingeist in Essigsäure über.

c. Die Spaltpize verwandeln den Zucker in Milchsäure, Buttersäure, Mannit, Gummi (schleimige Gährung), versetzen die stickstoffhaltigen Substanzen in ammoniakalische Fäulniss, bilden Essigsäure aus Weingeist u. s. w.

d. Die niederen Pilze, vorzüglich aber die Spross- und Spaltpilze scheiden lösliche stickstoffhaltige Verbindungen aus, welche als Fermente wirken, — die Sprosspilze ein Ferment, welches den Rohrzucker in gährungsfähigen

Seite

Zucker invertirt, die Spaltpilze ein solches, welches alle Kohlenhydrate ebenfalls in gährungsfähigen Zucker überführt und feste eiweissartige Verbindungen löslich macht.

e. Bei Ausschluss der Pilze werden die organischen Substanzen äusserst langsam durch Oxydationsprocesse (langsame Verbrennung) zersetzt, und zwar bilden sich durch unvollständige Verbrennung die kohlenstoffreichen Humussubstanzen, durch vollständige Verbrennung Kohlensäure, Wasser und Ammoniak. 7—14

3) Die Schimmelpilze und die Sprosspilze sind nahe verwandt, konnten aber mit Ausnahme eines Falles, wo der nämliche Pilz (Mucor) in beiden Vegetationsformen auftritt, noch nicht in einander übergeführt werden. Die Spaltpilze dagegen stehen mit keiner der beiden andern Gruppen in genetischem Zusammenhang, indem sie weder andere Pilzformen erzeugen, noch aus denselben entstehen können. 15—18

4) Die naturhistorische Species ist bei den niederen Pilzen nicht in der Weise ausgebildet, dass ihr besondere Zersetzungsfunctionen entsprächen. Wenn es bei den Spaltpilzen verschiedene Species giebt, so bewirkt jede einzelne derselben verschiedene Zersetzungen, sowie anderseits die nämliche Zersetzung durch verschiedene Spezies veranlasst wird.

b. Jede Spezies der Spaltpilze tritt in mehreren, morphologisch und physiologisch verschiedenen Formen auf, welche durch die äusseren Verhältnisse rasch oder langsam in einander umgewandelt werden, wobei die frühere Hefenwirksamkeit verloren geht und eine andere erworben wird (Anpassung, Acclimatisation). 18—24

II. Lebensbedingungen der niederen Pilze.

5) Bezüglich der Lebensbedingungen verhalten sich nicht nur die verschiedenen Pilze ungleich, sondern auch der einzelne für sich je nach dem Zustande, in dem er sich befindet, oder nach der Function, die er vollzieht. Man hat in dieser Beziehung zu unterscheiden:

a. Wachsthum und Vermehrung durch Zellenbildung (Evolution).

b. Rückgang der Lebensbewegung (Involution).

I. Periode mit der Fähigkeit in a. überzugehen.

II. Periode ohne diese Fähigkeit.

c. Bildung von Ruhesporen.

d. Ruhendes (latentes) Leben (Stillstand der Lebensthätigkeit ohne Absterben).

e. Hefenwirkung . 25—27

6) Die Nährstoffe, welche die niederen Pilze zum Wachsthum und zur Vermehrung bedürfen, sind ausser den mineralischen Nährsalzen entweder eine höhere, kohlenstoff- und stickstoffhaltige Verbindung, oder Ammoniak mit einer höheren stickstofffreien Kohlenstoffverbindung (Weinsäure, Essigsäure, Humussäure, Karbolsäure, Salicylsäure, Alkohol, Glycerin, Zucker etc.). . 27

Seite

7) Ohne freien Sauerstoff vermögen die Schimmelpilze nicht zu leben. Die Spross- und Spaltpilze dagegen können ohne denselben Gährwirkung ausüben und bei guter Nahrung auch wachsen und sich vermehren. . . 28

8) Die niederen Pilze bedürfen zum Leben einer gewissen Menge Wasser, und zwar die Spross- und Spaltpilze einer grösseren als die Schimmelpilze. Austrocknen führt bei keinen den Tod, sondern nur Stillstand der Lebensfunctionen während unbestimmt langer Zeit herbei. Im lufttrocknen Zustande bleibt die Lebensfähigkeit unter günstigen Umständen wohl während Jahrhunderten vollkommen erhalten.

b. In Wasser, in welchem die Pilze aus Mangel an Nährstoffen nicht wachsen können, gehen sie nach verhältnissmässig kurzer Zeit durch Erschöpfung zu Grunde. 28

9) Alle im Wasser löslichen Stoffe, die nicht zur Nahrung dienen, und auch die im Ueberschusse vorhandenen Nährstoffe selbst wirken nachtheilig auf das Leben der Pilze und heben bei einer gewissen Concentration die Gährwirkung, bei einer etwas stärkeren Concentration das Wachsthum ganz auf.

b. Wasserentziehung (partielles Austrocknen) hat die Bedeutung einer höheren Concentration der Nährflüssigkeit.

c. Die Schimmelpilze ertragen im Allgemeinen viel höhere Concentrationsgrade (also auch stärkeres Austrocknen), als die Spross- und Spaltpilze. 28—30

10) Die Temperatur des menschlichen Körpers ist für die Spross- und Spaltpilze nahezu die günstigste; beim Steigen derselben hört zuerst die Gährwirksamkeit, dann das Wachsthum, zuletzt die Lebensfähigkeit auf. . 30

11) Wenn verschiedene Formen von niederen Pilzen in derselben Nährflüssigkeit leben, so findet Concurrenz (Kampf ums Dasein) statt, wobei besonders die Spross- und Spaltpilze sich sehr energisch verdrängen. Die Grenze (rücksichtlich der im Wasser gelösten Stoffmengen und der Temperatur), bei welcher Wachsthum und Gährwirksamkeit eines Pilzes aufhören, kann daher ganz ungleich sein, je nachdem er allein oder mit einem concurrirenden Pilz vorkommt. 30—32

12) Bei der Concurrenz kommt es darauf an, ob die Gesammtheit der äusseren Umstände der einen oder andern Pilzform günstiger ist. Bei übrigens gleichen Verhältnissen entscheidet die Anwesenheit und Menge eines nicht nährenden löslichen Stoffes (Giftes etc.); Spaltpilze sind z. B. in einer neutralen und salzarmen, Sprosspilze in einer schwach sauren, ebenso in einer salzreichen Lösung die stärkeren.

b. Aus der Thatsache, dass eine Pilzform in einer bestimmten Nährlösung vollständig verdrängt wird, folgt nicht, dass diese Nährlösung für sie ungünstig sei; es ist selbst möglich, dass sie die allergünstigste ist. Die Sprosspilze z. B. wachsen in einer neutralen Flüssigkeit (wenn sie allein sind) viel lebhafter als in einer sauren; in der sauren aber verdrängen sie die Spaltpilze, in der neutralen werden sie von diesen verdrängt.

Seite

c. Die Vegetation der Schimmelpilze, gegenüber den Sprosspilzen und ganz besonders den Spaltpilzen, wird begünstigt durch Zutritt von Sauerstoff, durch höhere Concentration der Nährflüssigkeit (resp. Austrocknen), durch grössere Mengen von Säuren und Salzen. 31—32, 45—46

13) Bei der Concurrenz der Spross- und Spaltpilze entscheidet oft die Zahl, sodass in der nämlichen Flüssigkeit diejenige Form die andere gänzlich zu verdrängen vermag, welche von Anfang an in überwiegender Menge vertreten ist. Bei anfänglich gleicher (sehr geringer) Menge werden z. B. in einer neutralen zuckerhaltigen Nährlösung die Sprosspilze durch die Spaltpilze verdrängt, während sie, von Anfang an in überwiegender Anzahl vorhanden, die Spaltpilze vollständig überwinden. 32—33

14) Jede Nährlösung wird von der Vegetation einer Pilzform durch Entziehung von Nährstoffen und durch Zersetzung chemisch verändert und in Folge dessen häufig für eine andere Form geeigneter. Desswegen folgen gewöhnlich mehrere Pilzvegetationen auf einander, indem eine der andern den Nährboden bereitet; z. B. in einem Fruchtsaft zuerst Sprosspilze, welche Weingeist bilden, dann die Spross- und Spaltpilze der Kahmhaut, welche den Weingeist zu Essig oxydiren, dann Schimmelpilze, welche die Säuren verzehren, dann Spaltpilze, welche Fäulniss bewirken. 32 ff.

III. Gesundheitsschädliche Wirkungen der niederen Pilze.

15) Im Pflanzenreiche werden Krankheiten durch Schimmelpilze erzeugt. — Was den menschlichen und thierischen Körper betrifft, so giebt die medizinische Erfahrung noch kein sicheres Resultat, ob auch hier die Pilze als Krankheitserreger auftreten. Die Frage ist vorzüglich durch Versuche und durch physiologische Betrachtungen, wie sich die verschiedenen Pilze in der Concurrenz mit den Lebenskräften des Organismus verhalten müssen, und durch welche Ursachen die Störungen in den normalen Verrichtungen des letzteren erklärt werden können, zu entscheiden. 34—37 ff.

16) Die Schimmelpilze können nur an der Oberfläche des menschlichen Körpers und in Höhlungen desselben, wo die Luft Zutritt hat, sich ansiedeln und sind hier meistens ziemlich unschädlich. Bei ihrer verhältnissmässig trägen Vegetation und bei ihrem Unvermögen, ohne freien Sauerstoff zu leben, können sie nicht in die lebenden Gewebe eindringen und darin sich erhalten. 38—39

17) Die Sprosspilze vermögen nur im Magen und Darmkanal kümmerlich zu leben und, wenn Zucker vorhanden ist, mässige Alkoholgährung zu veranlassen. In die Gewebe dringen sie nicht ein. 39—40

18) Unter allen Pilzen sind bloss die Spaltpilze im Innern der Gewebe, wo sie auch wirklich vorkommen, lebensfähig und gefährlich. Zur Concurrenz mit den Lebenskräften werden sie durch ihre ungeheure Energie, welche diejenige aller übrigen Organismen übertrifft, durch die lebhafte Vegetation, indem sie bei Körperwärme je innerhalb 20 bis 25 Minuten ihre Zahl verdoppeln, und durch das Vermögen, ohne freien Sauerstoff zu gedeihen, vorzüglich befähigt. 40—41

Seite

19) Der Ausgang bei dieser Concurrenz wird bedingt durch die (spezifische) Natur der Spaltpilze, durch die Zahl, in welcher dieselben eindringen (indem es für jeden Fall eine bestimmte Menge giebt, welche den Sieg entscheiden muss), und durch die chemische Beschaffenheit der in den Geweben enthaltenen Flüssigkeiten, sowie besonders auch durch fremde, giftig wirkende Stoffe (Zersetzungsstoffe), welche die Pilze unterstützen. Die Widerstandsfähigkeit des Organismus hängt nicht von der Kräftigkeit seiner Constitution ab; er kann im Gegentheil gerade durch die besondere Beschaffenheit, welche das höchste Wohlbefinden bedingt, den Spaltpilzen gegenüber geschwächt sein. 41—48

20) Die schädliche Wirkung der Spaltpilze innerhalb der Körpersubstanz besteht darin, dass sie derselben die besten Nährstoffe und den Blutkörperchen den Sauerstoff entziehen, dass sie Zucker und die leichter zersetzbaren Verbindungen durch Gährwirkung zerstören, dass sie giftige Fäulnissproducte bilden, und dass sie Fermente ausscheiden, welche auch die festeren und unlöslichen Stoffe in lösliche und zersetzbare Verbindungen umwandeln. 51—52

21) Die Spaltpilze sind dem menschlichen Körper überall unschädlich, wo sie nicht in Concurrenz mit den Lebenskräften treten können, — so auf der unverletzten äusseren Haut, auf den unverletzten Schleimhäuten (vielleicht mit Ausnahme der diphtheritischen Erkrankung), im Speisekanal und in andern grösseren Körperhöhlungen (Harnblase).

b. Im Magen vegetiren bei normaler Beschaffenheit desselben die Spaltpilze nur kümmerlich, wegen der sauren Reaction der Magenflüssigkeit. Nur wenn die letztere schwächer sauer ist, vermehren sie sich lebhafter, ohne jedoch wirklich gefährlich zu werden, indem sie theils den Zucker in Milchsäure überführen, theils die allerersten, kaum merklichen Stadien der Fäulniss bewirken, theils durch andere unschädliche Zersetzungen Kohlensäure bilden 48—51

IV. Infectionsstoffe.

22) Die Infectionsstoffe können nicht Gase sein; denn als solche müssten sie sich rasch bis zur absoluten Wirkungslosigkeit in der Luft vertheilen, und wenn sie vorher wirksam würden, so müssten sie alle disponirten Personen, die sich in dem nämlichen Raum befinden, gleichmässig infiziren. . . 53—56

23) Die Infectionsstoffe bewirken fast ausnahmslos schon in den allerwinzigsten Mengen Ansteckung. Es genügt dazu der tausendste bis millionste Theil von der Menge des heftigsten Giftes, welche noch ohne Nachtheil von einer Person ertragen wird 56—58

24) Die Infectionsstoffe können demnach nicht chemische Verbindungen oder Gemenge von solchen, sondern nur organisirte Körper sein, weil nur in diesem Falle eine Vermehrung der aufgenommenen minimalen Menge bis zu der Menge, in welcher sie dem menschlichen Organismus gefährlich werden, denkbar ist. Unter den bekannten organisirten Körpern können einzig die Spaltpilze als Ansteckungsstoffe in Anspruch genommen werden; dieselben besitzen die für diese Function erforderliche Kleinheit und Ver-

Seite

breitbarkeit, sowie alle zur erfolgreichen Concurrenz mit den Lebenskräften des Organismus nöthigen Eigenschaften.

b. Die pathologische Erfahrung giebt mit wenigen Ausnahmen noch keine sichere Auskunft über diese Frage, da die Infectionspilze unter andern Spaltpilzen, die sich in Leichen vorfinden, nicht zu erkennen sind, da sie ferner, wie es scheint, vorzugsweise in Micrococcusformen, die von körnigen Niederschlägen sich meist nicht unterscheiden lassen, auftreten, und da es endlich oft zweifelhaft ist, in welchem Theil des Capillargefässnetzes (Nr. 39) und in welchem Stadium der Krankheit nach ihnen zu suchen wäre. 58—61 (126—127)

25) Die Infectionsstoffe sind spezifisch verschieden, insoferne sie verschiedene Krankheiten verursachen; ihre Pilze sind aber nicht als Spezies im Sinne der beschreibenden Naturgeschichte zu betrachten. Vielmehr ist es wahrscheinlich, dass die Infectionspilze bloss durch Anpassung, sowie durch aufgenommene und anhängende Stoffe (Krankheits- oder Zersetzungsstoffe) eine ungleiche Beschaffenheit besitzen und ungleichartige Störungen bewirken, welche je nach ihrem Sitze und der Betheiligung der übrigen Organe des Körpers die verschiedenen Krankheitsbilder hervorbringen . 62—66 (91 ff.)

26) Die Infectionsstoffe der contagiösen Krankheiten (Contagien), welche im kranken Körper entstehen und in den Dejectionen desselben (Hautabschuppungen, Schweiss, Schleim, Eiter, Erbrochenes, Stühle etc.) enthalten sind, werden von Person zu Person übertragen und bestehen aus eigenthümlich angepassten Spaltpilzen (Contagienpilzen) nebst Krankheits- oder Zersetzungsstoffen.

b. Die Infectionsstoffe der miasmatischen Krankheiten (Miasmen) entstehen auf oder in der Erde und sind eigenthümlich angepasste Spaltpilze (Miasmenpilze) wahrscheinlich in Verbindung mit noch unbekannten Zersetzungsstoffen.

c. Bei der septischen Infection sind Fäulnisspilze sammt Fäulnissstoffen wirksam; einer dieser beiden Factoren kann auch allein Erkrankung verursachen, es bedarf dann aber einer grösseren Menge desselben, und zwar scheinen, allein angewendet, die Fäulnisspilze weniger gefährlich zu sein als die Fäulnissstoffe. 66—69 (91—92)

27) Die individuelle Disposition des Organismus für Infectionskrankheiten besteht darin, dass lokal oder allgemein die chemische Beschaffenheit der Säfte sich von dem normalen Verhalten so weit geändert hat, dass nun die betreffenden Infectionspilze in der Concurrenz mit den Lebenskräften die stärkeren sind.

Die Contagienpilze besitzen dem menschlichen Organismus gegenüber die grösste Energie und vermögen in geringster Menge zu infiziren. Desswegen sind die Contagien auf weite Entfernung verschleppbar.

Die Miasmenpilze sind weniger energisch und können nur in viel grösserer Anzahl Ansteckung bewirken. Desshalb sind die Miasmen an die Lokalität gebunden (nicht transportabel).

Die Fäulnisspilze sind noch weniger energisch und es bedarf, um Erkrankung zu verursachen, abermals einer viel grösseren Menge . 89—91 (122—123)

Seite

28) Bei den miasmatisch-contagiösen Krankheiten (Cholera, Typhus, Gelbfieber) müssen zur wirksamen Ansteckung zwei Momente zusammentreffen, von denen das eine vom Kranken, das andere vom Boden kommt. Es sind zwei Theorieen möglich: die bisherige monoblastische, nach welcher ihre Vereinigung schon vor dem Eintritt in den menschlichen Körper erfolgt, und die diblastische, nach welcher beide Momente unabhängig von einander in denselben gelangen 69—70

29) Aus pilzphysiologischen Gründen (wohin auch die Vorstellung gehört, wie das sinkende Grundwasser mit den Infectionsstoffen in Beziehung gebracht werden könne) ist die monoblastische Theorie, dass der vom Kranken kommende Keim unter den gegebenen Umständen durch den Einfluss des Bodens zur Ansteckung befähigt werde, höchst unwahrscheinlich. Die Pilzphysiologie entscheidet vielmehr zu Gunsten der diblastischen Theorie, dass die Miasmenpilze des Bodens eine chemische Umstimmung und damit eine miasmatische Vorbereitung des Körpers bewirken, welche denselben für die vom Kranken kommenden spezifischen Contagienpilze empfänglich macht . 70—76

b. Die Miasmenpilze der miasmatisch-contagiösen Krankheiten sind jedenfalls mit denen der rein miasmatischen Krankheiten nahe verwandt, vielleicht aber darin verschieden, dass jene im Untergrunde bei spärlichem, diese an der Bodenoberfläche bei reichlichem Sauerstoffzutritt sich entwickeln und dass demgemäss auch die einen und andern durch ungleiche Zersetzungsproducte unterstützt werden 91

30) Gegen die monoblastische Theorie, welche ein transportables Miasma annehmen muss, und für die diblastische Theorie, welche dasselbe verwirft, sprechen ferner ganz entschieden die epidemiologischen Erfahrungsthatsachen:

1) Der Verlauf der eingeschleppten Epidemieen.
2) Die längere Dauer einzelner Epidemieen auf Schiffen.
3) Die Auswahl der infizirten Personen bei Schiffsepidemieen.
4) Die Auswahl der infizirten Personen auf siechfreien Lokalitäten des Landes.
5) Die Nichtübertragbarkeit der Ansteckung von einem siechhaften Schiff auf die ständigen Bewohner eines siechfreien Schiffes.
6) Die Nichtübertragbarkeit der Ansteckung von einem siechhaften Orte auf dem Lande auf die Bewohner eines siechfreien Bodens.
7) Die genaue Beschränkung der Epidemieen auf die Bodenoberfläche mit siechhaftem Untergrunde.
8) Die Einschleppung von kleinen Hausepidemieen in sonst gesunde Ortschaften . 76—88

31) Aus dem Umstande, dass die Infectionspilze aus andern Spaltpilzen entstehen, sich mehr oder weniger verändern und schliesslich wieder in andere Formen übergehen, erklärt sich die relative Unbeständigkeit der Infectionskrankheiten während der einzelnen Epidemie und im Verlauf ihrer ganzen Geschichte.

b. Wie jede übertragbare Infectionskrankheit einmal spontan entstanden ist, muss sie unter gleichen Umständen fortwährend von Neuem spontan

Seite

entstehen. Die miasmatisch-contagiösen Krankheiten haben einen endemischen Verbreitungsbezirk, wo sie stets unter blosser Mithülfe von Bodenpilzen neu erzeugt werden. Ausserhalb dieses Verbreitungscentrums sterben sie bald aus, wahrscheinlich durch Schwächung ihrer Contagienpilze. 92—96

32) Die Infectionsstoffe verlieren ihre Ansteckungstüchtigkeit sogleich durch Hitze, — nach kurzer Zeit durch sehr starkes Austrocknen, — nach einer Reihe von Generationen, wenn sie sich in einer andern Nährsubstanz (als derjenigen, in der sie entstanden sind) fortpflanzen; in dieser Weise werden die Contagien durch Fäulniss zerstört. Dabei findet gewöhnlich nicht ein Absterben der Infectionspilze, sondern eine Umwandlung derselben in andere Spaltpilzformen statt. Am längsten bleiben sie ansteckungstüchtig, wenn sie nur so weit eintrocknen, dass der Chemismus in den Zellen gerade aufhört. 96—97, 105—107

33) Die in den Körper eingedrungenen Infectionspilze müssen, um die Krankheit zum Ausbruch zu bringen, sich vermehren, sie müssen ferner wohl meistens ihre Natur etwas verändern (da sie vorher den Krankendejectionen oder dem Boden angepasst waren), sie müssen endlich durch ihre zersetzende Wirkung eine complicirte Reihenfolge von Störungen verursachen. Dadurch wird eine Incubation von mehr oder weniger regelmässiger Dauer und mehr oder weniger ausgesprochener Eigenart bedingt 98—99

34) Auf den Reiz, den die Vegetation der Spaltpilze im menschlichen Organismus hervorruft, erfolgt eine Reaction, welche die normale chemische Beschaffenheit der Säfte wieder herzustellen sucht. Genesung ist nur möglich, wenn die Umstimmung in der Weise erfolgt, dass sie diese normale chemische Beschaffenheit, die den Infectionspilzen zu widerstehen vermag, zur Folge hat. Dadurch ist von selbst ein Schutz gegen neue Erkrankung gegeben, der je nach der mehr oder minder radikalen Umstimmung längere oder kürzere Zeit andauert.

b. Wenn die Krankheitspilze in den noch nicht hinreichend disponirten menschlichen Körper gelangen, so können sie ohne ausgesprochene Krankheitserscheinungen durch die Reaction, welche sie hervorrufen, die Wiederherstellung der normalen chemischen Beschaffenheit veranlassen (Durchseuchung). 99—101

35) Da die Pilze, welche von dem Kranken auf den Gesunden übergehen und denselben anstecken, die Contagien darstellen, so sind nur diese impfbar. Die miasmatisch-contagiösen Krankheiten können bloss auf eine miasmatisch vorbereitete Person geimpft werden. Die rein miasmatischen Krankheiten sind nicht impfbar 101—102

V. Verbreitung der Infectionsstoffe und Eintritt in den Körper.

36) Die Contagien gelangen in einzelnen Fällen unmittelbar mit der unveränderten Nährsubstanz durch Berührung oder auf ähnliche Weise in den

Seite

gesunden Körper (Diphtherie, Vaccine). Selten findet eine wirksame Verbreitung durch Wasser statt, weil in demselben die Contagienpilze bald durch Erschöpfung zu Grunde gehen oder ihre Natur ändern. Gewöhnlich verbreiten sich die Contagien auf trocknem Wege, von der Luft fortgetragen oder an Gegenständen haftend; die Miasmen werden uns immer durch die Luft zugeführt. 103—107

37) Die Infectionsstoffe können aus der Flüssigkeit, aus der nassen Substanz oder von der benetzten Oberfläche, wo sie sich gebildet haben, nicht durch Verdunstung, sondern allenfalls bloss durch mechanische Action (Spritzen), — in der Regel aber, erst nach dem Eintrocknen, in Staubform in die Luft gelangen, indem die Luftströmungen die Splitter, in welche die eingetrocknete Substanz durch irgendwelche mechanische Einwirkung zerfällt, oder die Infectionspilze allein, welche lose an einer abgetrockneten Oberfläche haften, als Staub fortwehen. 107—113

b. Die Infectionspilze haften einer trocknen Oberfläche um so loser an und werden um so leichter fortgeführt, je mehr die eingetrocknete Flüssigkeit bloss unorganische und krystallisirende gelöste Verbindungen enthielt, wie diess bei den Miasmenpilzen der Fall ist, — während die Infectionspilze um so mehr festgeleimt werden, je mehr organische und colloide Stoffe, die beim Eintrocknen ein Klebemittel bilden, zugegen sind. . 113—114 (164, 169

c. Die sogenannten flüchtigen oder volatilen Ansteckungsstoffe sind staubförmig. 114—115

d. Die ungleiche Verbreitbarkeit der Infectionsstoffe hängt vorzüglich davon ab, ob die Verbreitung auf nassem oder trocknem Wege erfolgt, und im letzteren Falle, ob sie allein oder von Substanz eingeschlossen, und ob sie unmittelbar der Luft ausgesetzt oder durch einen Gegenstand, dem sie anhängen, geschützt sind. 116

38) Durch die unverletzte äussere oder innere Oberfläche des Körpers können die Spaltpilze im Allgemeinen nicht in die Substanz desselben eindringen, am wenigsten durch die äussere Haut, aber auch nicht durch die Schleimhäute, da die Widerstände, bis sie in die Blutcapillaren gelangen, zu gross und auch wohl die Ernährungsverhältnisse, die erst im Blute günstiger werden, zu unvortheilhaft erscheinen. Die Diphtherie, bei welcher die Schleimhaut selbst von den Spaltpilzen angegriffen wird, bedingt keine Ausnahme.

b. Dass die Spaltpilze vom Speisekanal aus durch selbständige Action eindringen, ist noch aus einem anderen Grunde undenkbar, weil sie nämlich im Magen und im Darmkanal zuerst durch die freien Säuren, dann durch die Salze der Galle geschwächt und bewegungsunfähig gemacht sind. Dass sie vom Darmkanal aus passiv (wie das Fett) aufgenommen werden, ist ebenfalls nicht anzunehmen, weil feste Stoffe auch in der feinsten Vertheilung nicht übergehen, und das Fett selbst, nur wenn es flüssig ist und die Poren durch die Galle wegsam gemacht sind, diess zu thun vermag. Wenn die Spaltpilze vom Darm aus, wo sie immer vorkommen und oft in Menge, aufgenommen würden, so müssten Blutvergiftungen sehr häufig sein.

c. Nur in der Lunge vermögen wohl die Infectionspilze in die Blutcapillaren der Alveolen selbständig einzudringen, indem ihre kräftige

Seite

Resorption und ihre lebhafte fortrückende und drehende Bewegung die dünne und weiche Wandung derselben überwindet.

d. Am leichtesten werden die Infectionsstoffe durch Wunden aufgenommen, und es dürfte auf diesem Wege die Ansteckung ziemlich häufig erfolgen, da namentlich die Mundschleimhaut durch mechanische Einwirkung, alle Schleimhäute aber durch krankhafte Affection zahlreiche kleine Verletzungen erleiden.

e. In Berücksichtigung der zu einer wirksamen Ansteckung erforderlichen Menge können die Fäulnisspilze nur durch grössere Wunden, die Miasmen durch diese und durch die Lunge, die Contagien ausserdem auch durch die kleinen Verletzungen der Schleimhäute und der äusseren Haut infiziren. 117—123

39) Die in die Körpersubstanz eingedrungenen Infectionspilze werden von dem Blute fortgeführt, und können in der Regel zunächst nur in dem Capillargefässnetz, wo die Bewegung langsamer wird, sich festsetzen und sich vermehren, indem sie den Wandungen anhaften. Nur bei sehr starker Zunahme und wenn sie durch das Capillargefässnetz hindurchgehen, wird man sie in der ganzen Blutmasse zerstreut finden. Von den Blutcapillaren aus können sie sich in die übrige Substanz und in die Lymphgefässe verbreiten. 123—125

40) Die Ansteckungsstoffe können aus dem kranken Körper weder mit der Exspirationsluft noch auf einem andern Wege, ebenso nicht von einer Leiche aus unmittelbar sich in die Atmosphäre verbreiten. Sie verlassen nur mit Auswurfs- und Abschuppungsstoffen den Körper und gelangen erst nach dem Austrocknen in die Luft. 125—126

VI. Hygienische Eigenschaften des Wassers.

41) Das Trinkwasser (aus Brunnen, Flüssen, Teichen, Seen, Grundwasser), auch wenn es nicht rein ist, kann der Gesundheit nicht schaden (insofern nicht zufällig Gifte hineingekommen sind) und am wenigsten Infectionskrankheiten verursachen, da die verunreinigenden Stoffe im Allgemeinen unschädlicher Natur sind, da Fäulnisspilze und Fäulnissstoffe, ebenso Miasmenpilze in allzu geringer Menge darin vorkommen, und da die Wahrscheinlichkeit für contagiöse Ansteckung auf ein gänzlich zu vernachlässigendes Minimum heruntergedrückt ist. 128—132

42) Damit stimmt die Erfahrung überein, welche darthut, dass der dauernde Genuss von viel grösseren Mengen von Humussubstanzen und Fäulnissproducten, als sie je im schlechtesten Trinkwasser enthalten sind, und dass auch die ausschliessliche und lebenslängliche Benutzung eines faulen Trinkwassers von Seite ganzer Bevölkerungen ohne hygienische Nachtheile ist. Ebenso zeigt eine kritische Betrachtung der über die Verbreitung von Infectionskrankheiten bekannten Thatsachen, dass die Ansteckung mit Unrecht dem Wasser zugeschrieben wurde. 132—139

43) Die chemische und mikroskopische Untersuchung des Trinkwassers (wenn es sich nicht etwa darum handelt, ob giftige Stoffe zufällig darin enthalten

Seite

seien) ist überflüssig, da sie nur unschädliche Stoffe nachzuweisen vermag und da die allenfalls darin befindlichen Miasmen und Contagien ihrer Analyse ganz entgehen. 139—141

44) Die Filtration des Trinkwassers benimmt demselben nur die unästhetische Trübung. Wenn man die schädlichen Keime, die übrigens im Allgemeinen bloss in unwirksam geringer Menge darin enthalten sind, beseitigen will, so giebt es kein anderes Mittel als Erhitzen auf den Siedepunkt. . 141—142

VII. Hygienische Eigenschaften der Luft.

45) Die Luft wird durch übelriechende und andere Gase, die sie enthält, zwar unangenehm aber nicht schädlich, namentlich nicht mit Rücksicht auf Infectionskrankheiten. Dagegen kann sie in den suspendirten staubförmigen Massen die verschiedenen, mehr oder weniger gefährlichen Spaltpilzformen in unsern Körper hineinführen.

b. Die infizirte Luft ist an und für sich geruchlos. Eine faulende Substanz wird erst gefährlich, wenn sie trocken geworden und der üble Geruch verschwunden ist. Die Miasmen und Contagien sind für das Geruchsorgan ebenfalls unbemerkbar. 143—147

c. Aus dem Satze, dass die Sinnesorgane die Wächter unserer Gesundheit sind, folgt nicht etwa, dass eine durch ihren Geruch widrige Luft schädlich sein müsse, sondern es wird nur die phylogenetische Schlussfolgerung nahe gelegt, dass faule Substanzen uns wegen ihres verminderten Nähr- und Genusswerthes unangenehm geworden sind, und dass wir vielleicht, weil ein Sinnesorgan für die Wahrnehmung der Infectionsstoffe mangelt, durch Anpassung dasjenige verabscheuen, was einst häufiger als jetzt mit den Infectionsstoffen vergesellschaftet war. 147—150

46) Die mikroskopische (ebenso die chemische) Untersuchung des Rückstandes einer filtrirten Luft giebt uns keinen Aufschluss über deren Schädlichkeit, da die Infectionsstoffe nicht unterschieden werden können. Nur wenn einmal auf experimentellem Wege die Wirkungen dieses Rückstandes geprüft werden können, wird man im Stande sein, ein Urtheil über die infectiöse Beschaffenheit einer Luft abzugeben. 150—152

b. Zur Zeit kann die Schädlichkeit der Luft bloss nach dem Ursprunge und der Verbreitbarkeit des in ihr enthaltenen Staubes beurtheilt werden, wobei zu berücksichtigen ist, dass nicht nur die durch den Sonnenstrahl in einem verdunkelten Zimmer als glänzende Pünktchen sichtbar werdenden Sonnenstäubchen Infectionsstoffe enthalten können, sondern dass selbst im Allgemeinen die viel kleineren, aus blossen Spaltpilzen bestehenden Stäubchen noch gefährlicher sind, über deren Dasein wir (ausser der mikroskopischen Beobachtung) keine sinnliche Wahrnehmung haben. . . 152—154

47) Die Unschädlichmachung der infizirten Luft ist unmöglich, da man sie nicht staubfrei machen kann. Höchstens lässt sich in einem geschlossenen Raum der in der Luft suspendirte Staub durch Wasserdampf oder durch benetzte Wände entfernen. — Dagegen vermag sich der Einzelne durch einen staubdichten Respirator vor den in der Atmosphäre enthaltenen Infectionsstoffen zu schützen. 154—155, 211

Seite

VIII. Hygienische Eigenschaften des Bodens.

48) Die Spaltpilze überhaupt und somit auch die Miasmenpilze entstehen nicht in trocknen (relativ feuchten) sondern nur in benetzten oder überflutheten Bodenschichten. In einem sehr porösen und rasch trocknenden Boden befindet sich ihr Bildungsherd in der obersten Schicht des Grundwassers und in der unmittelbar über demselben befindlichen und von demselben noch capillar benetzten Bodenschicht.

b. Je mehr der Boden durch organische Stoffe verunreinigt ist, um so reichlicher findet bei hinreichender Wassermenge die Spaltpilzbildung statt, um so mehr nimmt sie aber den wenig gefährlichen Charakter der Fäulnisspilzbildung an. Reichliche Verunreinigung des Bodens bei sehr geringer Wassermenge führt zur Verdrängung der Spaltpilze durch die ganz unschädlichen Schimmelpilze. — Die Miasmenpilze entstehen in einem fäulnissfreien Boden. — Sie leben wahrscheinlich von Ammoniak und Humussubstanzen, welche Verbindungen auch in dem reinsten Boden nicht mangeln.

c. Ein überfluteter humoser Boden (Torfboden) bildet ziemlich reichliche Miasmenpilze. Dagegen entstehen dieselben in einem humosen Boden, der hin und wieder austrocknet, spärlich und gehen durch starke Oxydation rasch zu Grunde. 156—163 (249 ff.)

49) Die im Boden gebildeten Spaltpilze können nur in die Atmosphäre gelangen, wenn der Boden austrocknet, sodass sie aus demselben als Stäubchen fortfliegen. Sind sie an der Oberfläche des Grundwassers entstanden, so ist das Austrocknen der spaltpilzführenden Schicht nur nach dem Sinken des Grundwassers möglich.

b. Beim Transport der Spaltpilze im Boden kommt es nur darauf an, ob die festen Bodentheilchen benetzt sind oder nicht. Die Feuchtigkeit der Grundluft (Gehalt an Wasserdampf) hat darauf keinen unmittelbaren Einfluss; sie wirkt mittelbar nur in so fern, als wegen der Temperaturschwankungen die feinen Capillarräume sich um so mehr mit Wasser füllen, je grösser der Feuchtigkeitsgehalt der Grundluft.

c. Die Spaltpilze werden aus einem reinen Boden leichter weggeführt als aus einem verunreinigten, weil mit der Zunahme der Menge von organischen Stoffen die Adhäsion an die Bodentheilchen wächst. 163—164, 169—172, 113—114

50) Die Luftströmungen, welche die Pilzstäubchen des Bodens aus dem Untergrunde in die Atmosphäre tragen, werden hervorgebracht durch die tägliche Periodizität in der Temperatur der obersten (am Tage von der Sonne erwärmten) Bodenschicht, — durch den eindringenden Regen und die von demselben bewirkte Verdunstungskälte, — durch die Schwankungen des Barometerstandes, — durch die Winde, — durch eine kältere Luftschicht, welche in der untersten porösen Bodenschicht von höher gelegenen Punkten des Gebietes abwärts gleitet und unten ausströmt, — und ganz besonders durch die erwärmten Häuser, welche mit ihrer aufsteigenden Luft auf den Boden als Saugapparate wirken.

b. Die durch diese Ursachen verursachte wechselnde Spannung der Grundluft bedingt auch ein wechselndes Aus- und Einströmen, welches sich

Seite

vorzüglich auf diejenigen Stellen beschränkt, wo die geringsten Widerstände zu überwinden sind. — Zu diesen Stellen des geringsten Widerstandes gehören vorzüglich die den Untergrund berührenden Fundamente der Häuser, während die übrige Bodenoberfläche mit Humus bedeckt oder festgetreten ist. 164—169

51) Siechfrei ist ein compacter felsiger und ebenso ein poröser, beständig trockner, d. h. nicht oder nur vorübergehend benetzter Boden (weil in demselben keine Spaltpilze entstehen), — ferner ein mit einer gutfiltrirenden, humosen oder lehmigen Schicht bedeckter und ebenso ein beständig benetzter Boden, also ein Sumpf mit gleichbleibendem Wasserspiegel und ein poröser Boden mit gleichbleibendem Grundwasserstande (weil aus demselben die Spaltpilze nicht entweichen); — er ist endlich im Allgemeinen um so eher siechfrei, je mächtiger, feinporiger und verunreinigter die trocknen Bodenschichten über dem wechselnden Grundwasser sind (weil dadurch das Entweichen der Spaltpilze erschwert wird). 173—177

52) Siechhaft ist nur der nasstrockne Boden, der so lange benetzt ist, dass sich Spaltpilze in hinreichender Menge bilden, und dann für so lange austrocknet, dass dieselben in die Luft gelangen; und zwar macht sich die Siechhaftigkeit im Allgemeinen nur nach dem Sinken des oberirdischen (im Sumpf) oder unterirdischen Grundwassers geltend. Bei der Beurtheilung der Erscheinungen, die ein Boden darbietet, ist übrigens auf alle Umstände Rücksicht zu nehmen, welche auf den Transport der Keime Einfluss haben und die nach Klima und Boden sich äusserst mannigfaltig und ungleich gestalten. — Ein poröser Boden ist unter übrigens gleichen Umständen um so siechhafter, je geringer die Entfernung des höchsten Grundwasserstandes von der Oberfläche (d. h. von der Stelle, wo die Grundluft ausströmt).

b. Die nasstrockne Beschaffenheit der Bodenoberfläche, bei welcher grosse Mengen von Miasmenpilzen gebildet und in die Luft entführt werden, bedingt die Siechhaftigkeit ganzer Gegenden (sie erstreckt sich nämlich so weit als der Sumpf reicht). Die nasstrockne Beschaffenheit der tieferen Bodenschichten (wechselnder Grundwasserstand), wobei wegen der ungünstigeren Ernährungsverhältnisse viel weniger Miasmenpilze entstehen und wegen der ungünstigen Transportverhältnisse ein geringerer Procentsatz derselben entweicht, macht in der Regel nur Ortschaften oder einzelne Häuser, in den Häusern oft nur einzelne Zimmer oder Zimmerecken ungesund, weil hier die ausströmende miasmatische Grundluft sich weniger vertheilt und besonders des Nachts während längerer Zeit eingeathmet wird. 177—188

53) Die Unschädlichmachung eines siechhaften Bodens lässt sich nicht durch Reinhaltung desselben bewirken, weil die Miasmenbildung schon ohne die von Menschen und Thieren herrührenden, verunreinigenden organischen Stoffe erfolgt und bei Anwesenheit derselben eher beschränkt wird, und weil die organischen Verunreinigungen das Entweichen der Miasmen aus dem Boden erschweren.

b. Dagegen wird ein siechhafter Boden unschädlich, wenn man ihn beständig trocken oder beständig nass erhält, ebenso wenn man die aus

Seite

demselben herauskommenden Ströme der Grundluft ganz abhält oder durch eine staubdichte Schicht filtrirt. 189—192

54) Der siechhafte Sumpf, ebenso der zeitweise überschwemmte Boden wird unschädlich, 1) wenn man ihm durch Correction einen gleichbleibenden Wasserstand giebt und ihn also verhindert oberflächlich auszutrocknen (eine Massregel, welcher sich meistens wirthschaftliche Gründe widersetzen), — 2) durch Trockenlegung, indem man den wechselnden Wasserstand durch Abzugskanäle, Correction der Flüsse u. s. w. tiefer legt, wodurch die Oberfläche trocken und kulturfähig wird, und zugleich, vermittelst der filtrirenden Humusdecke, die Miasmen des nasstrocknen Untergrundes verhindert werden in die Atmosphäre zu entweichen. 192—194

55) Der siechhafte Untergrund einer Ortschaft kann unschädlich gemacht werden: 1) durch gänzliche Beseitigung des Grundwassers, sodass der Boden bis auf die undurchlässige Schicht trocken gelegt wird, was durch Ableitung oberhalb der Ortschaft geschehen muss, — 2) durch hinreichende Tieferlegung des Grundwassers, sodass die an seiner Oberfläche gebildeten Miasmen wegen zu grosser Entfernung nicht mehr herauskommen, was sich durch Senkung des Abflusses erreichen lässt, — 3) indem man dem Grundwasser einen gleichbleibenden Stand giebt, was durch Ableitung oberhalb oder Stauung unterhalb der Ortschaft oder durch beide Mittel zugleich bewirkt wird. 194—197

IX. Desinfection.

56) Die Tödtung der Contagienpilze lässt sich im trocknen Zustande durch die Mittel, die gewöhnlich zur Verfügung stehen, gar nicht, — im benetzten Zustande nur durch Hitze erreichen, und zwar genügt für neutrale Flüssigkeiten die Siedhitze noch nicht vollkommen, wohl aber für schwachsaure.

b. Die wirksame Desinfection verlangt aber nicht die Tödtung, sondern nur die dauernde oder zeitweilige Unschädlichmachung der Contagienpilze, indem man dieselben entweder in andere und ungefährliche Formen umwandelt oder nur zeitweilig unwirksam macht. Im letzteren Falle wird die Lebensthätigkeit unterbrochen und die Pilzzelle gleichsam in einen betäubten Zustand versetzt, aus dem sie wieder erwachen kann; das Contagium wird also eigentlich conservirt, wie diess bei mässigem Austrocknen und wohl auch bei fast allem bisherigen Desinfectionsverfahren der Fall ist.

c. Im benetzten Zustande werden die Contagienpilze dauernd unschädlich gemacht: durch Hitze sofort, — bei gewöhnlicher Temperatur nach längerer Zeit in blossem Wasser, nach kürzerer Zeit in giftigen Lösungen, besonders auch in faulenden Substanzen. — Im lufttrocknen Zustande erfolgt die dauernde Unschädlichkeit der Contagienpilze mit Sicherheit nur nach Erwärmung über 100° C. während kürzerer Zeit, ferner nach scharfem Austrocknen während längerer Zeit.

d. Die Contagien sind aber auch dann unschädlich, wenn sie sich nicht in die Atmosphäre verbreiten können. Das einfachste und sicherste Mittel

Seite

der Desinfection besteht darin, gefährliche Substanzen so lange benetzt zu erhalten, bis sie aus unserem Bereiche fortgeschaft oder dauernd unwirksam gemacht sind. 198—203

57) Die Desinfection der frischen Excremente sowie der Abtritte und Abtrittgruben ist überflüssig, weil aus den Excrementen (wenn sie frisch in die Abtritte kommen), aus den Abtrittschläuchen (wenn dieselben durch täglichen Gebrauch vor dem Austrocknen geschützt sind) und aus den Gruben selbst bloss gasförmige, somit unschädliche Stoffe entweichen können, — und vielleicht sogar nachtheilig, weil (abgesehen von anderweitigen Nachtheilen) durch die antiseptischen Mittel die Contagienpilze wahrscheinlich bloss für einige Zeit im unveränderten Zustande erhalten (conservirt) werden, während sie ohne antiseptische Behandlung in den faulenden Excrementen bald in unschädlicher Weise verändert und durch die ungefährlichen Fäulnisspilze verdrängt werden. 204—209

58) Die übrigen Auswurfsstoffe von Infectionskranken müssen, soweit es möglich ist, im nassen Zustande gesammelt und entfernt, Wäsche und andere Gegenstände, die mit solchen Auswurfsstoffen oder mit Excrementen verunreinigt sind, womöglich bis zur Desinfection nass erhalten werden. Die Desinfection darf niemals auf trocknem Wege, namentlich nicht durch Räucherungen (im Nothfalle nur durch Hitze oder anhaltendes scharfes Austrocknen), — sondern muss durch kochendes Wasser oder durch heissen Wasserdampf vollzogen werden, wobei der Zusatz von etwas Säure sehr zweckmässig ist. 209—212

59) Eine antiseptische Behandlung der Kranken selbst ist nur denkbar, wenn die Infectionspilze frei liegen, und auch dann nur, wenn sie sich frei von der äusseren Körperoberfläche befinden, weil bei innerlicher Anwendung der Organismus im Allgemeinen schneller die giftige Wirkung empfindet als der Pilz.

b. Beim antiseptischen Verband kann es sich rationell nur darum handeln, die Fäulnisspilze auf der Wunde unwirksam zu machen, nicht aber sie zu tödten, noch auch sie von der Wunde abzuhalten. Dadurch lässt sich derselbe bei gleicher Güte einfacher herstellen, als es bisher geschehen. 212—214

X. Abfuhr der Auswurfsstoffe.

60) Bei den Anordnungen betreffend die Abfuhr der Auswurfsstoffe darf die Bodenverunreinigung, deren Verhütung bisher eine entscheidende Rolle spielte, nicht in Betrachtung gezogen werden, da sie bei richtigen Massnahmen selbst in einem porösen und siechhaften Boden eher nützlich als schädlich ist (indem sie über dem Grundwasser eher Schimmelbildung befördert und das Entweichen der Miasmen beeinträchtigt; ferner an der Oberfläche des Grundwassers zwar die Bildung der Miasmen vielleicht etwas begünstigt, dagegen das Ablösen von den Bodentheilchen erschwert). In einem beständig benetzten Boden bringt die Verunreinigung durch Auswurfsstoffe weder an seiner Oberfläche noch in tieferen Schichten

Seite

irgendwelche Gefahr. In einem trocknen Boden kann sie, wenn auf länger dauernde Benetzung vollständiges und anhaltendes Austrocknen folgt, die Veranlassung dazu werden, dass Fäulnisspilze in die Luft kommen. . 215—219

61) Von den verschiedenen Abfuhrsystemen sind die Versitzgruben, welche dem Boden alle Auswurfsstoffe, soweit es möglich ist, nebst dem Brunnenwasser und dem Abwasser von Küchen und Gewerben übergeben, hygienisch-unschädlich, weil beständig der nämliche Raum im Boden benetzt bleibt und nicht austrocknet. Sie können in einem siechhaften Boden unmittelbar neben den Häusern selbst vortheilhaft sein, weil sie durch die Bodenbenetzung vor dem Eintritte der Miasmen schützen.

b. Dagegen kann es für einen nicht sehr porösen Boden gefährlich sein, auch das Regenwasser in die Versitzgruben einzuleiten, weil dasselbe die zeitweise Benetzung des Untergrundes auf einen weiteren Umfang und das nachherige Abtrocknen des neubenetzten Bodenraumes bedingt. Es wäre daher im Allgemeinen zweckmässig, das Regenwasser ober- oder unterirdisch aus einer Stadt fortzuführen. 220—224

62) Die Schwemmkanäle sind hygienisch-unschädlich, — ob sie dicht oder undicht seien, ob sie Ueberfluss oder Mangel an Spülwasser haben, ob sie sich an Abtrittgruben oder direct an die Abtritte anschliessen, — weil in keinem Falle schädliche Keime aus denselben in die Luft gelangen und weil sie keine Veranlassung zu nasstrockner Beschaffenheit des Bodens geben.

b. Das Berieseln von Kulturboden mit dem Inhalt der Schwemmkanäle ist eben so unschädlich wie jeder landwirthschaftliche Betrieb und das Einleiten derselben in Flüsse nur dann zu beanstanden, wenn diese verhältnissmässig zu wenig Wasser oder einen zu langsamen Lauf haben. . 224—230

63) Gegen die gemischten Systeme (bei denen die Excremente in beweglichen Tonnen oder vermittelst pneumatischer Röhren oder in Abfuhrfässern aus gewöhnlichen Abtrittgruben fortgeführt werden, während alles Wasser sammt dem Abwasser von Küchen und Gewerben durch Kanäle weggeleitet wird) wäre bei strenger Ausführung hygienisch eben so wenig etwas einzuwenden als gegen Versitzgruben und Schwemmkanäle. Sie geben aber die Veranlassung dazu, dass eine viel grössere Menge von Excrementen der angeordneten Behandlung entzogen wird und in nicht controllirbarer Weise auf dem Boden der Städte zurückbleibt, sodass leicht nasstrockne, mehr oder weniger siechhafte Stellen entstehen. . . 230—233

64) In ästhetischer Beziehung (soweit es sich darum handelt, unangenehme sinnliche Eindrücke von uns fern zu halten) haben die Versitzgruben und die Schwemmkanäle einen grossen Vorzug vor den gemischten Systemen, weil die ersteren beiden die Einrichtung von Wasserabschlüssen in den Abtritten gestatten und dadurch die Wohnungen geruchlos machen, weil sie ferner die Fortschaffung der Excremente fast gänzlich unserer sinnlichen Wahrnehmung entziehen, und weil sie endlich die Herstellung einer beliebigen Menge von öffentlichen Aborten (Pissoirs) erlauben und somit die Städte reinlicher machen, — was alles bei den gemischten Systemen nicht der Fall ist. 233—235

Seite

b. In volkswirthschaftlicher Hinsicht kann jedenfalls nur dasjenige System der Abfuhr als das beste bezeichnet werden, welches die geringsten Auslagen verursacht. Insofern nimmt das Versitzgrubensystem den ersten Rang ein. Weniger wirthschaftlich ist das Schwemmsystem, bei welchem je nach den lokalen Verhältnissen das Berieseln oder das Einleiten in Flüsse sich vortheilhafter gestaltet. Weitaus die meisten Auslagen verursachen unter allen Umständen die gemischten Systeme, bei denen die Excremente fortgeführt werden müssen. 235—238

65) Werden alle Verhältnisse berücksichtigt, so sind in einem porösen Boden die Versitzgruben das zweckmässigste System und könnten nur für den Fall beanstandet werden, dass man das Grundwasser zum Trinken benutzen wollte. Verbietet der undurchlässige Boden die Versitzgruben, so müssen die Schwemmkanäle mit oder ohne Berieselung an ihre Stelle treten. Eines der übrigen Systeme (bewegliche Tonnen, pneumatische Röhren, Abfuhr aus Abtrittgruben) könnte nur dann allenfalls in Betracht kommen, wenn in einem nassen Boden für die Schwemmkanäle das nothwendige Gefäll mangelt. 238—240

66) Beim landwirthschaftlichen Betrieb geschieht die Aufbewahrung der Auswurfsstoffe oft ohne alle Sorgfalt, sodass der Boden in den Dörfern und um die Häuser im höchsten Grade verunreinigt und vor dem Austrocknen geschützt ist. Die vortheilhaften hygienischen Folgen, welche hieraus bei poröser Beschaffenheit des Bodens hervorgehen, würden aber wohl ebenfalls erlangt und zugleich auch die volkswirthschaftlichen Forderungen erfüllt, wenn die flüssigen und festen Auswurfsstoffe sorgfältig gesammelt, der Mist ordentlich aufgeschichtet und nass gehalten, der flüssige Dünger in gemauerten, nicht allzudichten Gruben unmitteldar neben den Häusern aufbewahrt und auch das Brunnenwasser zur Benetzung des Untergrundes verwendet würde. 246—249

67) Die Ausbreitung der mehr oder weniger zersetzten Auswurfsstoffe auf der humosen Oberfläche ist ungefährlich. Da der Humus nicht leicht austrocknet, so können die zugeführten Fäulnisspilze nur spärlich in die Luft gelangen, und die in oder unter demselben allenfalls entstehenden Miasmenpilze werden in seiner feuchten und feinporösen Substanz zurückgehalten, wo sie überdem durch die starke Oxydation sich bald erschöpfen.

b. Nur die Auswurfsstoffe von contagiösen und miasmatisch-contagiösen Kranken können zur Ansteckung Veranlassung geben, wenn sie noch frisch oder desinfizirt (durch Desinfection conservirt) auf Kulturboden ausgebreitet werden. Die Gefahr wird beseitigt, wenn sie vorher ein Fäulnissstadium durchgemacht haben.

c. Die Bewässerungswiesen, die unter allen Kulturflächen am meisten den Sumpfcharakter zeigen, sind durchaus unschädlich, weil das in beständiger Bewegung befindliche Wasser die sich bildenden Miasmenpilze wieder fortführt, und weil nur vor dem Graswuchs bewässert wird, welcher vor allfälliger nachträglicher Austrocknung schützt. Noch weniger Bedenken können die mit dem Inhalt der Schwemmkanäle berieselten Wiesenflächen darbieten. 249—252

Seite

XI. Bestattung der Leichen.

68) Aus dem Innern einer Leiche können keine Infectionskeime, weil im benetzten Zustande befindlich, sich in der Luft verbreiten. Vor der Bestattung sind nur die äusserlich anhängenden Contagien gefährlich, insofern dieselben sich ablösen und in die Luft kommen. Ist bei contagiösen und miasmatisch-contagiösen Todesfällen eine solche Gefahr vorhanden, so sollte der Leichnam gleich nach erfolgtem Tode in nasse Tücher gehüllt und in denselben beerdigt werden. 253—254

69) Im Grabe beginnt bald Fäulniss und Verwesung, und die Contagien, die allenfalls anwesend waren, gehen zu Grunde. Zu der Zeit, wo das Austrocknen der Ueberreste beginnt, sind ausser den ganz unschädlichen Schimmelpilzen bloss noch wenig gefährliche Fäulnisspilze vorhanden, welche wegen der Humusdecke des Friedhofes kaum in die Atmosphäre, aber vielleicht auf unterirdischem Wege in benachbarte Häuser gelangen. Auch kann in der Nähe befindliches Trinkwasser durch Fäulnissstoffe verunreinigt werden. . 254—255

70) Die geringe Gefahr, welche ein Friedhof der nächsten Umgebung darbietet, kann an jedem Orte, auch in der Mitte einer Stadt gänzlich dadurch beseitigt werden, dass man die Spaltpilzbildung und Fäulniss möglichst bald durch Schimmelbildung und Verwesung ersetzt, was durch Wasserentziehung, Luftzutritt und durch Zugabe von gewissen antiseptischen Mitteln erreicht wird.

b. Den Friedhöfen muss vor allem durch Erhöhung über die umgebende Bodenoberfläche oder durch anderweitige Trockenlegung, sowie durch zweckdienliche Gestaltung der Oberfläche (damit das Regenwasser abfliesse und nicht eindringe) ein trockner, durchlüfteter, wo möglich aus grobem Kies bestehender Untergrund gegeben werden. Dann sind die Särge mit gewölbtem wasserdichtem Deckel zu versehen, mittelst ausgiebigen Durchbrechungen der Seitenwände und des Bodens gut zu durchlüften, und allenfalls noch die Leichen mit Kochsalz oder Säuren zu umgeben oder auch Brust- und Bauchhöle derselben mit diesen fäulnisswidrigen Stoffen anzufüllen.

c. Massenbeerdigungen von Menschen- und Thierleichen auf Schlachtfeldern lassen sich nach den gleichen Grundsätzen ziemlich leicht ausführen, sodass alle Gefahr beseitigt wird 256—262

XII. Gesunderhaltung der Wohnungen.

71) Das Wasser bringt zuweilen schädliche Keime in unsere Wohnungen; ein verdorbenes Waschwasser kann Fäulniss- und Miasmenpilze enthalten. Dieselben sind aber als ganz ungefährlich zu betrachten, da sie nach dem Trocknen nur in sehr geringer Zahl in die Luft gelangen und sich darin bis zur Unwirksamkeit vertheilen, besonders wenn die abgewaschenen Zimmer nachher täglich einmal gelüftet werden. — Contagien können durch Unvorsichtigkeit in jedes, auch das reinste Wasser kommen und beim Waschen des Körpers (durch kleine Verletzungen) gefährlich werden. Hier kann nur Vorsicht helfen. Uebrigens wird ein mit Contagien verunreinigtes

Seite

Wasser nach einiger Zeit gefahrlos; und ferner wird jedes contagien- und miasmenhaltige Wasser durch Erhitzen bis zum Siedepunkt sofort desinfizirt. 263—265

72) Die Bodenoberfläche, die in den Städten neben den Häusern übrig bleibt (Strassen, Plätze, Gärten) muss wo möglich so beschaffen sein, dass kein Regenwasser in den Untergrund eindringt und daselbst Veranlassung zu nasstrocknen Zuständen giebt, — dass die Oberfläche selbst nicht nasstrocken und siechhaft wird, — und dass die Miasmen, die sich im Untergrunde bilden, verhindert werden, mit der Bodenluft herauszukommen . 266—267

73) Rücksichtlich der Strassen ist alle Gefahr beseitigt, wenn sie gut gepflastert sind und die Oberfläche durch periodisches Spritzen fortwährend in benetztem Zustande erhalten wird. Bleiben sie nicht beständig benetzt, so sollten sie rein gekehrt werden.

b. Macadamisirte oder bekieste Strassen sind auch bei der besten Anlage verwerflich, weil sie viel Staub in die Luft bringen. Periodische Bespritzung, welche die Oberfläche doch nicht immer nass erhalten kann, wirkt schädlich, weil sie die Bildung von Spaltpilzen befördert, die nachher mit dem Staub in die Luft kommen. Solche Strassen sollte man nicht spritzen, sondern nur vom Staub reinigen.

c. Um die Staubbildung auf öffentlichen Plätzen, die nicht befahren werden, zu verhindern, ist es nicht nöthig, dieselben zu pflastern und dann entweder beständig nass zu erhalten oder zu kehren; sondern es ist eben so zweckmässig, wenn sie macadamisirt und mit sandfreiem Kies bedeckt sind und dann gespritzt werden. 267—270

74) Die mit Humus und Vegetation bedeckten Plätze verursachen nur den einen Nachtheil, dass sie das Regenwasser eindringen lassen und so möglicher Weise durch siechhaften Untergrund für die benachbarten Häuser gefährlich werden. Doch wird diese Gefahr nur bei besonderer Bodenbeschaffenheit eintreten; in einem solchen Falle aber wären jene Plätze zu opfern, da sie wohl eine grosse Annehmlichkeit, aber keinen hygienischen Nutzen gewähren . 270—273

75) Die Grundluft, welche aus einem siechhaften Boden Miasmen mit sich führt, gelangt wahrscheinlich so in die Häuser, dass sie theils in die Grundmauern eindringt, durch die Mauern sich hinaufzieht nnd da oder dort ausströmt, theils durch die Hohlräume (Keller, Treppenhaus, Gänge, Zimmer) aufsteigt. In jedem Falle bewegt sie sich nach den wärmsten Gemächern hin. 273—276

76) Einen vollkommenen Schutz vor der schädlichen Grundluft gewährt ein staubdichter Abschluss des Hauses gegen den Boden. Ein solcher lässt sich bei Neubauten leicht aus einer porösen (lehmigen, humosen) Schicht, welche nachher benetzt zu erhalten ist, herstellen. In älteren Häusern kann der Zweck durch Spritzen der Kellerräume und durch Versitzgruben, die den Untergrund benetzen, erreicht werden. 276—277

77) Man kann zu Zeiten einer drohenden Epidemie besonders im Winter die in das Haus einströmende miasmatische Grundluft einigermassen unschädlich

Seite

machen dadurch, dass man sie veranlasst, nach einem oder mehreren stark geheizten unbewohnten Räumen abzuströmen, während die mässig warmen Wohnzimmer zum Theil, die nicht zu heizenden Schlafzimmer ganz davon befreit bleiben. 277—278

78) Unter sehr ungünstigen, nur selten zusammentreffenden Umständen kann nasstrockne Beschaffenheit im Innern eines Hauses dasselbe siechhaft machen, indem sich an nassem Holz oder Mauerwerk Miasmenpilze bilden, die nach dem Abtrocknen in die Luft gelangen. Gewöhnlich sind die Wände in einem Hause bloss feucht oder bloss vorübergehend benetzt und veranlassen desshalb nicht Spaltpilzbildung, sondern nur Schimmelbildung, welche zwar keine angenehme aber doch eine ungefährliche Erscheinung ist. Die Desinfection solcher Wände darf nicht durch Gifte, welche nachher als Staub in die Luft kommen könnten, versucht werden, wohl aber durch heisses Wasser oder Wasserdampf, sowie durch Aetzkalk oder besser durch Aetznatron.

b. Doch dürfte in einer Stadt, die einen siechhaften Boden und eine mit gesundheitsschädlichem Staub erfüllte Luft hat, die Feuchtigkeit mehr Nutzen als Schaden bringen, indem die nassen oder feuchten Mauern für die miasmatische Grundluft unwegsamer werden oder auf dieselbe filtrirend wirken, und indem die in der Zimmerluft enthaltenen Miasmenpilze eher an den Wänden hängen bleiben. Unter solchen Umständen kann Feuchtigkeit und selbst Schmutz in den Wohnungen wesentlich zur Reinhaltung der Luft und somit mittelbar zur Reinhaltung unserer Respirationsorgane und zur Förderung unserer Gesundheit beitragen, wie wir deutlich aus dem vortheilhaften Gesundheitszustande südlicher Städte ersehen. . . . 278—285

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

I.

Die niederen Pilze und die von ihnen bewirkten Zersetzungen.

Auf und aus der unorganischen Natur baut sich die organische Welt auf. Die Pflanzen wandeln die aus der Luft und dem Boden aufgenommenen unorganischen Verbindungen in organische Stoffe um; sie vermehren ihre Substanz und wachsen. Die Thiere, welche sich von den in den Pflanzen gebildeten Stoffen ernähren, verändern dieselben noch weiter. Aus Wasser, Kohlensäure und Ammoniak nebst einigen unorganischen Salzen entstehen unter der Herrschaft und dem Einflusse des Lebens die organischen Substanzen, welche den Pflanzen- und Thierleib zusammensetzen.

Wenn ein Organismus stirbt, wenn die Einflüsse, deren Gesammtheit als Lebenskraft zusammengefasst wird, aufhören, so beginnen Stoffumwandlungen und Zersetzungen, die wir mit dem Namen Fäulniss, Gährung, Verwesung und Vermoderung bezeichnen, und welche erst dann zu vollständigem Abschluss gelangen, wenn die organischen Substanzen gänzlich in Wasser, Kohlensäure, Ammoniak und die Aschenbestandtheile (die mineralischen Salze) sich aufgelöst haben, in die nämlichen Stoffe, mit denen der Kreislauf begonnen hat.

Auf künstlichem Wege können ganze Organismen und Theile derselben, noch viel leichter die einzelnen organischen Verbindungen vor der Zersetzung geschützt werden, und in manchen Fällen ist diess von unschätzbarem Werthe. Im Grossen und Ganzen aber sind die Zersetzungsvorgänge ein nothwendiges Glied im Kreislaufe der Natur, ohne welches die organische Welt auf die Dauer nicht bestehen könnte, und wenn dieselben auch in vielen Beziehungen sich als unangenehm, als schädlich und selbst gefährlich erweisen, so wäre es doch eine gegen die Naturgesetze sich auflehnende und die Grundlage unserer eigenen

Existenz antastende Thorheit, wenn wir sie in grösserem Masstabe verhindern wollten. Wir müssen vielmehr mit Hülfe der Wissenschaft die Zersetzungsvorgänge theils uns dienstbar, theils unschädlich machen.

Die Herrschaft über einen Naturprocess wird nur durch die Einsicht in seine Ursachen und sein Wesen erlangt. Der Ausspruch, dass Wissen Macht sei, bewährt sich nirgends deutlicher als in dem vorliegenden Falle, wo der Unwissende rathlos und machtlos dasteht gegenüber den in ihren Anfängen und Ursachen so geringfügigen, in ihren Wirkungen so verheerenden Zersetzungsprocessen.

Mit der Erforschung dieser räthselhaften Erscheinungen haben sich Chemiker und Physiologen beschäftigt. Die Chemie hat für manche einfache Zersetzungen die Stoffe ermittelt, in die eine organische Substanz zerfällt; für die verwickelteren Vorgänge ist die Erkenntniss noch wenig gefördert, was für die praktische Anwendung um so mehr zu bedauern ist, als diese Lücke in der Einsicht den Theorien und Phantasien über die schädliche Wirkung der Fäulnissprocesse einen gefährlichen Tummelplatz eröffnet.

Die Physiologie findet bei den freiwilligen Zersetzungen in so fern ein fruchtbares Feld der Thätigkeit, als dieselben zum grossen Theil durch lebende Organismen, durch kleine, meist mikroskopische Pilze bewirkt werden. Es wurde diess zwar früher, namentlich von Chemikern bestritten; und auch jetzt wird die ursächliche Betheiligung der Pilze zuweilen geläugnet oder bei der Untersuchung ausser Acht gelassen, wenn dieselben äusserst klein und nur dem geübteren Mikroskopiker bemerkbar sind. Dass aber viele Zersetzungen wirklich durch lebende Organismen bewirkt werden, geht unzweifelhaft aus zwei Thatsachen hervor, einmal, dass sie immer bei den betreffenden Vorgängen vorhanden sind, und ferner, dass die Zersetzungen in dem Augenblicke aufhören, in welchem man die Organismen durch irgend ein Gift sowie durch Hitze und durch Kälte tödtet oder betäubt. Andrerseits sind einige Botaniker zu weit gegangen, indem sie die Wirkung der kleinsten Pilze auch auf Stoffumänderungen ausdehnten, bei denen sie sicher nicht betheiligt sind, indem man hier bei richtig angestelltem Versuche die Pilze ausschliessen kann, ohne diese Umänderungen zu stören.

Die Aufgabe des Pflanzenphysiologen besteht also darin, zu ermitteln, welche freiwilligen Zersetzungsprocesse durch niedere Pilze

bewirkt werden, und welches die spezifischen Pilze der bestimmten Zersetzungen sind; ferner die Existenzbedingungen dieser spezifischen Pilze und die Mittel zu erforschen, wodurch dieselben getödtet oder in ihrer Wirksamkeit gehemmt werden; endlich die Fortpflanzung und die Verbreitung der Keime kennen zu lernen, sowie die Mittel, wodurch diese Verbreitung und die Uebertragung auf andere noch nicht infizirte Substanzen und Organismen verhindert wird.

Die Pilze, welche die Zersetzungen veranlassen, können in drei sehr natürliche Gruppen gebracht werden. Um mit den bekanntesten zu beginnen, so haben wir als erste Gruppe die Schimmelpilze (Pilz- oder Mycelfäden), jene fadenförmigen, von blossem Auge oft kaum deutlich unterscheidbaren Pflänzchen, die sich auf alten Speisen und in feuchten Wohnungen nur zu häufig einstellen. Anfänglich treten sie als ein weisses, zartes, fädiges Geflecht (Mycelium) auf; nachher werden sie gelb, roth, grünlich, braun, schwarz und mehr oder weniger pulverig, indem sie zahllose winzige Samen (Sporen) bilden.

Wie die eigentlichen Schimmel verhalten sich auch die höheren Pilze (Schwämme) in ihrem jugendlichen Zustande, indem sie zuerst als zartes schimmelähnliches Geflecht erscheinen. Alle diese Pilzfäden zeigen sich unter dem Mikroskop verzweigt, bald ununterbrochen röhrig (einzellig), bald durch Scheidewände gegliedert (aus einer Reihe von Zellen bestehend).

Die zweite Gruppe bilden die Sprosspilze (Saccharomyces), die als Wein- und Bierhefe allgemein und als Kahm oder Essighaut (nicht Essigmutter) auch den Weinbesitzern in manchen Gegenden bekannt sind, mikroskopisch kleine, aus einer einzigen kugeligen oder ovalen Zelle (Bläschen) bestehende Pflänzchen, die zuweilen in rosenkranzförmigen kurzen Fäden oder in kleinen baumähnlichen Verzweigungen zusammenhängen. Ein Tropfen Hefe besteht aus vielen Millionen solcher Zellen. Ich bezeichne sie als Sprosspilze, weil sie sich durch Sprossung aus der Oberfläche vermehren.

Die dritte Gruppe sind die Spaltpilze (Schizomyceten) oder die Pilze der Fäulnisshefe (Micrococcus, Bacterium, Vibrio, Spirillum etc.) Sie sind wegen ihrer ungemeinen Kleinheit nur den Mikroskopikern bekannt und auch von diesen noch sehr wenig erkannt. Es sind überhaupt die winzigsten unter allen Organismen; die kleineren Formen befinden sich an der Grenze der Sichtbarkeit, selbst wenn

1*

die besten jetzigen optischen Instrumente zu Gebote stehen. Diese kleineren Formen sind manchmal auch zweifelhafte Gebilde, und in neuerer Zeit sind mehrfach feinkörnige Ausscheidungen als Schizomyceten in Anspruch genommen worden. Die grosse Mehrzahl der Formen ist aber als sichere Pflanzen nachgewiesen, denn man sieht unter dem Mikroskop, wie sie wachsen und sich fortpflanzen. Auch bei der Fäulnisshefe besteht wie bei der Bierhefe das einzelne Pflänzchen aus einer einzigen Zelle (Bläschen), und zwar immer von nahezu kugeliger Gestalt; sehr häufig sind aber mehrere in einen Faden mit deutlicher oder undeutlicher Gliederung vereinigt.

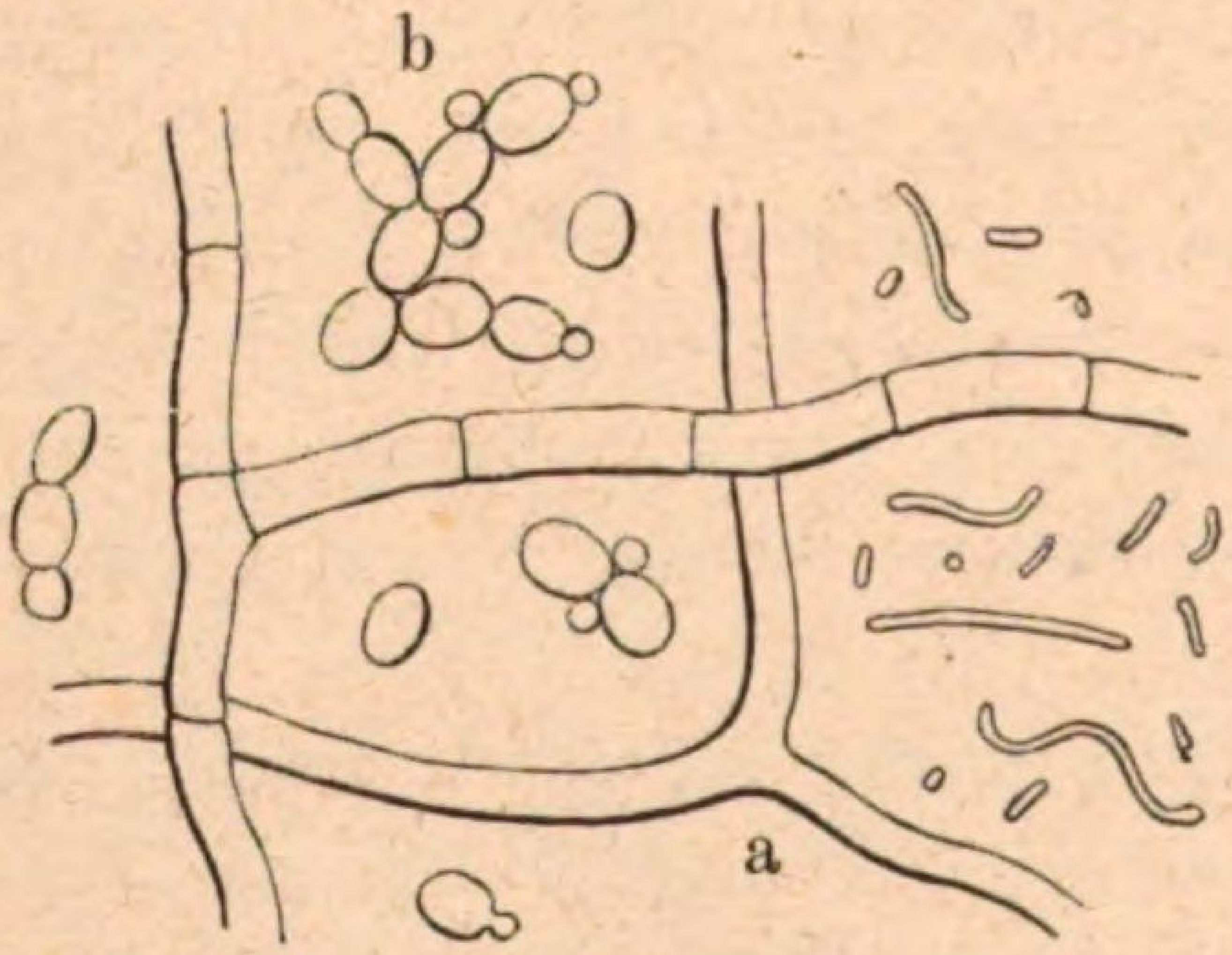
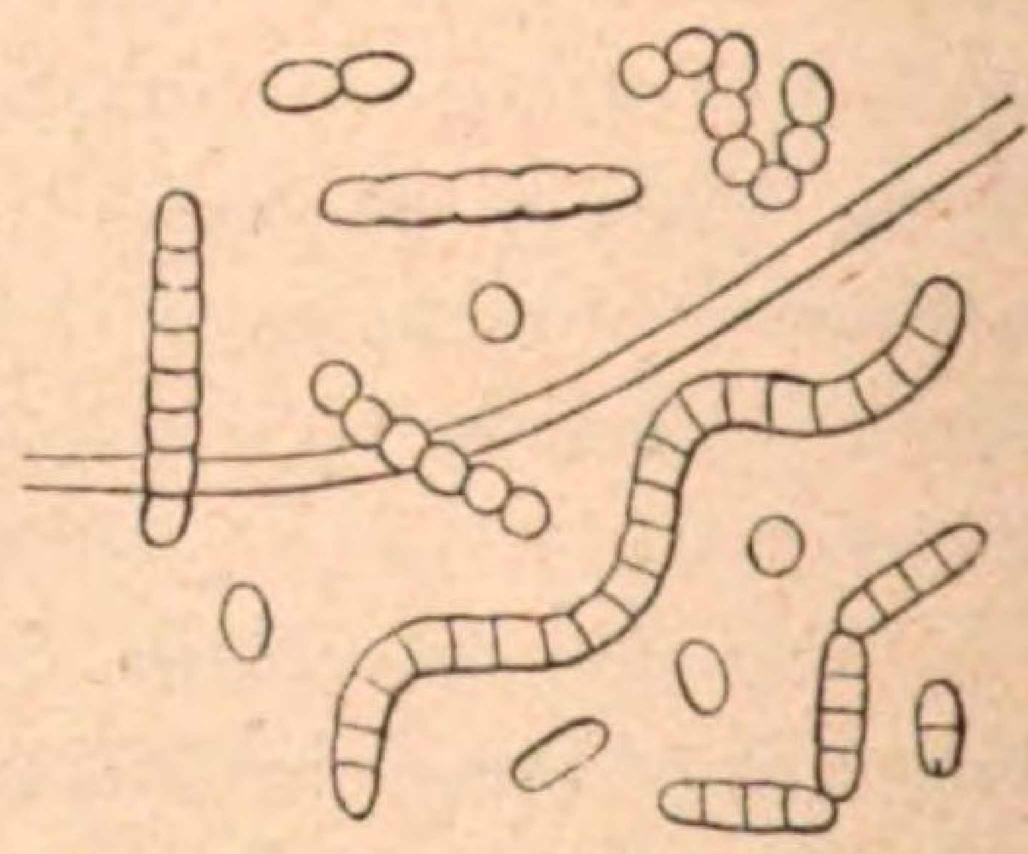


Fig. 1.


Fig. 2.

Die obenstehende Abbildung 1 mag dem Laien eine Vorstellung von den verschiedenen niederen Pilzen geben. Dieselben sind bei der nämlichen Vergrösserung gezeichnet; a. sind Schimmelfäden, b. Sprosspilze und c. Spaltpilze. Abbildung 2 zeigt einige Spaltpilze stärker vergrössert. So leicht solche charakteristische Formen sich unterscheiden lassen, so schwer ist es, andere, bei welchen die eigenthümlichen Merkmale wenig ausgeprägt sind, zu erkennen; und selbst der erfahrenste Mikroskopiker muss sich hüten, in zweifelhaften Fällen ein bestimmtes Urtheil auszusprechen. Diese zweifelhaften Fälle, verbunden mit allzu wenig gründlicher Untersuchung, sind auch wesentlich schuld an den irrthümlichen Behauptungen von Verwandlungen der drei Pilzgruppen in einander, von denen ich später noch sprechen werde.

Der Zweck dieser Schrift erlaubt nicht, näher in die Unterscheidung der niederen Pilzgruppen einzutreten. Doch muss ich wegen der ausschlaggebenden Bedeutung, welche die Spaltpilze bei den Infectionskrankheiten und somit indirect bei allen hygienischen Mass-

regeln in Anspruch nehmen können, wenigstens einige Andeutungen über diese Gruppe machen.

Die Spaltpilze sind ohne Ausnahme kurze (rundliche) Zellen, deren Durchmesser $\frac{1}{500}$ Millimeter kaum erreicht und welche entweder vereinzelt leben oder zu Stäbchen und Fäden, selten zu kleinen Tafeln und Würfeln an einander gereiht sind[1]).

Die Spaltpilze können sowohl mit andern niederen Pilzen als auch mit unorganisirten Körperchen verwechselt werden. Die kleinsten Sprosshefezellen sind nicht grösser als die Spaltpilze und bei Kugelgestalt diesen ähnlich; doch lassen sie sich in der Regel ziemlich leicht durch die ungleiche Grösse und den Umstand erkennen, dass bei ihnen hin und wieder eine grössere und eine kleinere Zelle verbunden sind, während bei den Spaltpilzen die Zellen genau gleiche Grösse (Dicke) besitzen. — Die dünnsten Schimmelfäden sind nicht dicker als die Spaltpilzfäden; aber jene sind hin und wieder verzweigt, diese sind immer unverzweigt[2]).

Viel schwieriger sind die kleineren körnerähnlichen Formen der Spaltpilze von körnigen Ausscheidungen organischer und unorganischer Substanzen zu unterscheiden. Leider kommt es besonders bei pathologischen Untersuchungen öfter vor, dass auch bei Anwendung der besten jetzt zu Gebote stehenden optischen Hülfsmittel nicht entschieden werden kann, ob man in den kleinen Körnchen organisirte Zellen oder unorganisirte Niederschläge vor sich hat.

Es giebt nur drei Merkmale, welche mit einiger Sicherheit die Körnchen als Organismen erkennen lassen, die selbstständige Bewegung, die Fortpflanzung und die gleichmässige Grösse verbunden mit regelmässiger Gestalt.

1) Ein Grundirrthum Cohn's besteht nach meinen Beobachtungen darin, dass er die Stäbchen zum Theil als einfache langgestreckte Zellen, selbst mit doppelt conturirter Membran und körnigem Inhalte abbildet. Solche Organismen sind mir als Erreger von Gährungs- oder Fäulnisszersetzungen noch gar nicht vorgekommen. Alle dickeren Stäbchen und Fäden (oft selbst die dünneren) erscheinen bei Behandlung mit verschiedenen chemischen Reagentien (namentlich mit Jodtinctur, auch beim Austrocknen) bald torulos (wodurch die Gliederung nur angedeutet wird), bald deutlich kurzgliederig. Die unrichtige Darstellung Cohn's ist wohl die Ursache, dass jetzt zuweilen in kritikloser Weise mikroskopische Organismen zu den Spaltpilzen gestellt werden, welche zu andern niederen Pflanzengruppen oder auch zu den niedersten Thiergruppen gehören.

2) Angaben und Zeichnungen von verzweigten Spaltpilzen beruhen ganz sicher auf Verwechslung oder auf mangelhafter Beobachtung.

Der sicherste Beweis ist die fortschreitende Bewegung in geraden oder gebogenen Bahnen, welche den unorganisirten Körnchen nie zukommt. Man muss sich aber wohl in Acht nehmen, dass man sich nicht etwa durch Bewegungen, welche sehr häufig durch Strömungen in der Beobachtungsflüssigkeit verursacht werden, täuschen lässt. Ebenso darf man sich nicht durch die Zitterbewegung (sog. Molecularbewegung) irre führen lassen, bei welcher die tanzenden Körnchen nicht eigentlich von der Stelle rücken, und die sowohl bei Zellen (namentlich auch bei den Spaltpilzen) als bei unorganisirten Körpern vorkommt.

Weniger sicheren Aufschluss als die Bewegung giebt die Fortpflanzung. Wenn unter den Körnchen mehrfach zwei mit einander verbunden sind und die Zwillinge bald mehr bald weniger weit von einander abstehen, so kann man mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit auf Theilung und somit auf Vermehrung schliessen. Das Nämliche ist der Fall, wenn die knieförmigen Biegungen der Stäbchen ihr Zerfallen in zwei Hälften andeuten.

Was endlich die Grösse und Gestalt betrifft, so sind ungleichgrosse Körnchen von mehr oder weniger unregelmässiger Form sicher keine Spaltpilze. Besitzen dagegen die Körnchen vollkommen gleiche Grösse und dabei kugelige oder ovale Gestalt, so ist die Entscheidung unsicher; es können Spaltpilze, es können aber auch körnige unorganisirte Ausscheidungen sein.

Bei verschiedenen Fragen, welche die Wirksamkeit und Gefährlichkeit der niederen Pilze betreffen, sind Grösse und Gewicht der letzteren wichtige Umstände. Ich bemerke daher, dass die Zellen der Bierhefe einen Durchmesser von ungefähr $\frac{1}{100}$ Millimeter und einen Körperinhalt von ungefähr $\frac{1}{2\,000\,000}$ Kubikmillimeter mit einem Gewicht von ungefähr $\frac{1}{2\,000\,000}$ Milligramm (der 2000-Millionste Theil von 1 Gramm) besitzen. Von der Masse sind wohl 80% Wasser; im lufttrocknen Zustande bleiben von den 80 Gewichtstheilen Wasser noch etwa 20 Theile zurück. Die lufttrockne Zelle hat somit noch ein Gewicht von $\frac{1}{5\,000\,000}$ Milligramm. Die Zellen der Bierhefe gehören zu den grösseren unter den Sprosspilzen; es gibt andere, deren Durchmesser kaum $\frac{2}{5}$, Volumen und Gewicht somit kaum $\frac{1}{16}$ so gross sind.

Unter den Spaltpilzen haben die grösseren Zellen einen Durch-

messer von $\frac{1}{500}$ Millimeter, einen Körperinhalt von $\frac{1}{250\,000\,000}$ Kubikmillimeter und ein Gewicht von $\frac{1}{250\,000\,000}$ Milligramm. Ihr Wassergehalt ist durch Versuche nicht ermittelt, er muss in Uebereinstimmung mit den Hefezellen und andern Pflanzenzellen ebenfalls auf etwa 80, mindestens auf 75 % angenommen werden. Somit beträgt das Gewicht im lufttrocknen Zustande nicht über $\frac{1}{800\,000\,000}$ Milligramm, das Volumen etwas weniger als eben so viele Kubikmillimeter.

So verhält es sich bei den grösseren Spaltpilzzellen; bei den kleineren sinkt der Durchmesser unter $\frac{1}{2000}$ Millimeter, lässt sich aber aus optischen Gründen nicht mehr genau schätzen. Körperinhalt und Gewicht im feuchten Zustande betragen hier weniger als $\frac{1}{10\,000\,000\,000}$ Kubikmillimeter und eben so viele Milligramm, im lufttrocknen Zustande weniger als $\frac{1}{30\,000\,000\,000}$ Kubikmillimeter und Milligramm, so dass also von den kleinsten trocknen Spaltpilzen mehr als 30 Billionen erforderlich sind, um das Gewicht von 1 Gramm voll zu machen.

Durch die genannten Organismen werden die freiwilligen organischen Zersetzungen verursacht. Da die letzteren chemisch noch so wenig erforscht sind, so gewinnen wir am besten einen Ueberblick über dieselben, wenn wir sie nach den bewirkenden Organismen in Gruppen eintheilen. Diese Eintheilung wird auch für immer nicht nur einen praktischen, sondern auch einen gewissen wissenschaftlichen Werth bewahren, da eines der wesentlichsten Merkmale für jede natürliche Erscheinung ihre Ursachen sind. Wir erhalten in der angegebenen Weise vier Gruppen von Zersetzungsprocessen:

1) Die Zersetzung durch Sprosspilze (Wein- und Bierhefe, welcher vorzugsweise die Gährung entspricht.
2) Die Zersetzung durch Spaltpilze oder Fäulnisshefe, wohin namentlich die Fäulniss gehört.
3) Die Zersetzung durch Schimmel, welcher im Allgemeinen die Verwesung entspricht.
4) Die rein chemische, ohne Einwirkung von Organismen erfolgende Zersetzung, welcher einige Vermoderungsprocesse entsprechen[1]).

1) Mit diesen Analogien möchte ich durchaus nicht die Verwesung, Gährung, Fäulniss und Vermoderung bestimmen. Unter Gährung versteht man im täglichen Leben eine Zersetzung in einer Flüssigkeit, bei welcher Gas in Blasen aufsteigt,

Ich beginne mit der am besten bekannten Gruppe von Zersetzungsprocessen, mit denjenigen, welche durch die Sprosspilze bewirkt werden. Es ist diess die weingeistige Gährung in zuckerhaltigen Flüssigkeiten, wobei Zucker in Weingeist und Kohlensäure zerfällt. Die Kohlensäure entweicht in Blasen, welche wie kleine Perlen in der Flüssigkeit aufsteigen und das Schäumen des Bieres verursachen. Es ist diess der einzige Weg, auf dem man Weingeist (Alkohol) erhalten kann; alle alkoholhaltigen Getränke sind durch Gährung entstanden. Ohne die kleinen Pflänzchen, die wir Sprosspilze nennen, gäbe es keinen Wein, kein Bier, keinen Spiritus.

Von den Sprosspilzen kennt man keine andere Hefenwirkung, wenn sie nicht, wie es wahrscheinlich ist, auch den Weingeist in Essig überführen. Essig ist eigentlich nichts anderes als ein oxydirter (theilweise verbrannter) Weingeist. Man kann den Weingeist durch Kohle oder Platinschwamm zu Essig verbrennen; die gleiche Wirkung haben häufig auch die vegetirenden Sprosspilze, wenn sie an der Oberfläche einer weingeisthaltigen Flüssigkeit schwimmen und daselbst eine dünne Haut bilden. Diese Essighaut, die sich zuweilen auf dem Wein einstellt, ist unter dem Namen Kahm bekannt; der Wein bekommt dadurch einen Stich[1]).

Die Spaltpilze (Schizomyceten) oder die Fäulnisshefe bewirken vor Allem die eigentliche Fäulniss, bei welcher verschiedene stickstoffhaltige organische Verbindungen zersetzt und neben übelriechenden Gerüchen auch Ammoniak ausgehaucht wird. Wir finden diese Hefe am Fleisch, das einen „Hochgeschmack" hat, und in fast allen Speisen, die durch Geschmack und Geruch das Beginnen der Fäulniss verrathen, in erheblicher Menge; sie kommt aber der Individuenzahl nach in ungeheuren Massen bei mehr vorgeschrittener Fäulniss vor.

unter Fäulniss eine solche, bei welcher stinkende und ammoniakalische Gerüche entweichen; unter Verwesung und Vermoderung aber langsame Umwandlungen mit eigenthümlichem aber wenig ausgesprochenem oder auch ganz mangelndem Geruch, wobei die wenig feuchte Substanz zusammenfällt, Consistenz und Färbung verliert und nach und nach verschwindet.

1) Nicht jede Decke von Sprosspilzen auf einer weingeisthaltigen Flüssigkeit verwandelt dieselbe in Essig. Es giebt solche Decken, welche nicht bloss keine Essigsäure bilden, sondern im Gegentheil die im Wein vorhandene Säure (Fruchtsäuren und Essigsäure) zerstören und die früher saure Flüssigkeit neutral machen. Diess ist aber keine besondere Fermentwirkung, sondern der gewöhnliche Ernährungsprocess; die Sprosspilze verzehren die Säuren als Nahrung, wie diess auch die Schimmel thun.

Die Spaltpilze bewirken noch andere Zersetzungen. So verwandeln sie namentlich den Zucker in Milchsäure. Hierauf beruht das Sauerwerden der Milch. Die Hausfrauen wissen, dass gewisse Speisen zuerst sauer werden, ehe sie einen faulen Geruch zeigen. Es sind diess die Gemüse und überhaupt alle Speisen, welche Zucker wenn auch nur in sehr geringer Menge enthalten, was bei allen aus dem Pflanzenreiche stammenden Nahrungsstoffen der Fall ist. Diese Speisen werden durch die Wirkung der Spaltspitze zuerst sauer und gehen nachher in Fäulniss über. Das Sauerwerden des Bieres beruht ebenfalls gewöhnlich auf Milchsäurebildung.

Durch die Spaltpilze wird, nachdem der Zucker in Milchsäure übergeführt wurde, die Milchsäure weiter in Buttersäure umgewandelt, wodurch die saure Milch einen ranzigen Geschmack annimmt. Das Sauerkraut ist im jüngeren Zustande rein sauer und bekommt dann zunächst den eigenthümlichen Beigeschmack der Buttersäure.

Eine andere Function der Spaltpilze ist die Umwandlung von Zucker in einen dem Gummi ähnlichen Schleim. Wenn man Zuckerwasser mit Fäulnisshefe versetzt, so erhält man nicht immer Milchsäure. Je nach der Behandlung wird das Zuckerwasser schleimig und fadeschmeckend. Wenn man die richtigen Verhältnisse trifft, kann der Schleim so dick werden, dass er beim Umkehren der Flasche während kurzer Zeit nicht herausfliesst. — Diese Schleimbildung ist den Weinbauern unlieb bekannt als sogenannter langer Wein; derselbe ist schleimig und fadenziehend geworden, indem ein Rest von Zucker, statt durch Sprosspilze in Alkohol, durch Spaltpilze in Gummi sich umwandelte.

Diess sind indess nicht die einzigen Wirkungen der Spaltpilze; unter ihrem Einflusse entstehen noch verschiedene bittere, scharfe und ekelerregende Stoffe. Man kann die Milch z. B. so behandeln, dass sie nicht sauer sondern bitter wird. — Gewisse Farbstoffe werden durch die Spaltpilze entfärbt. Anderseits werden zuweilen auch gefärbte Verbindungen gebildet. Rothe Farbstoffe, die auf diesem Wege entstehen, haben zu dem Aberglauben Veranlassung gegeben, dass durch Wunder oder Zauberei verschiedene namentlich aber stärkemehlhaltige Nahrungsmittel in Blut verwandelt worden seien. Zu den vielen Beispielen, die bereits bekannt sind, erwähne ich, dass ich ebenfalls gekochten Reis und feuchtes Brod mit lebhaft blutrother Farbe untersucht und darin eine Zersetzung durch Fäulnisshefe nachgewiesen habe.

Endlich kommt den Spaltpilzen, wie den Sprosspilzen der Kahmhaut, die Fähigkeit zu, den Weingeist zu Essigsäure zu oxydiren. Sie thun diess ebenfalls nur, wenn sie an der Oberfläche einer alkoholhaltigen Flüssigkeit eine Haut bilden. Diese Haut wird später dick und bildet zähe gallertartige Massen, die als Essigmutter bekannt sind. Bei der künstlichen Essigfabrikation, wie sie in Frankreich betrieben wird, sind die Spaltpilze wirksam; dieselben kommen meistens auch in der Kahmhaut auf Wein und gegohrenen Fruchtsäften in wechselnden Mengen neben den Sprosspilzen vor.

Bei der Zersetzung durch die Spaltpilze entwickelt sich wohl immer Kohlensäure, wenn auch lange nicht in so grosser Menge wie bei der weingeistigen Gährung. Doch kann man in zuckerhaltigen Flüssigkeiten, in welchen Milchsäure oder Pflanzenschleim entsteht, ebenfalls Blasen aufsteigen sehen, und wenn man Milch gut verkorkt, so wird bei richtiger Wahl der Verhältnisse durch die Spaltpilze immerhin so viel Gas gebildet, dass der Kork wie aus einer Schaumweinflasche mit lautem Knall herausgeschleudert wird. Es tragen daher die betreffenden Zersetzungen auch nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauch mit einigem Rechte den Namen Milchsäuregährung, Buttersäuregährung, schleimige Gährung. Man kann dann fast mit gleichem Rechte aber auch von Fäulnissgährung sprechen.

Auch wissenschaftlich hat es Berechtigung, die Zersetzungen durch die Spaltpilze und durch die Sprosspilze unter dem gemeinschaftlichen Namen der Gährung zusammen zu fassen. Beide zeichnen sich durch den gemeinsamen Charakter aus, dass grosse Massen von Substanz in kurzer Zeit umgewandelt werden; grosse Mengen von Zucker zerfallen in Weingeist und Kohlensäure, oder in Milchsäure; grosse Mengen von Eiweiss gehen in Fäulniss über. Desswegen bezeichnet man die Ursachen der Zersetzung als Hefe oder auch als Ferment[1]).

1) Unter Ferment versteht man eine Substanz, welche eine andere chemisch umsetzt, ohne sich selbst dabei zu betheiligen. Eine solche Substanz ist die in dem keimenden Gerstenkorn befindliche Diastase, welche das Stärkemehl in Zucker umwandelt und den süssen Geschmack des Malzes bedingt.

Bei der Fermentwirkung der Sprosspilze und Spaltpilze kennt man die unmittelbare Ursache des chemischen Vorganges noch nicht. Jedenfalls kann man die lebende Zelle nicht als den eigentlichen Fermenten gleichwerthig betrachten. Es ist daher richtiger, die Spross- und Spaltpilze durchgängig nur als Hefe zu bezeichnen; ich werde mich demgemäss auch der Ausdrücke Hefenwirkung oder Spross- und Spalthefenwirkung im Gegensatze zur Fermentwirkung bedienen.

Die Wirkung der Schimmelpilze ist viel langsamer und räumlich mehr begrenzt. Dickflüssige Conserven können Monate lang ohne Nachtheil schimmeln; nimmt man die Schimmeldecke vorsichtig weg, so ist die Substanz unterhalb derselben unverändert. Diese langsame Wirkung ist ohne Zweifel besonders schuld an dem Umstande, dass man die Processe der Umwandlung noch gar nicht kennt, ebenso an dem andern Umstande, dass die nebenher gehende rein chemische (ohne Einfluss lebender Organismen stattfindende) Zersetzung eine relativ bemerkenswerthe Grösse erreichen und selbst bedeutend überwiegen kann.

Schimmelnde Speisen verderben, indem sie einen unangenehmen, zuweilen einen bittern Geschmack annehmen. Der eigenthümliche Geschmack nach Schimmel wird vorzüglich dann deutlich, wenn die Fructifikation eingetreten ist und grössere Mengen von Sporen gebildet wurden. Diese Veränderung gilt wohl nur beim Roquefort-Käse, den man in besondern Felsenkellern schimmeln lässt, als Delikatesse und zeigt uns neben dem wildernden Wildpret, dass auch die Feinschmekerei nicht immer auf dem Wege des guten Geschmackes sich bewegt.

Eine Wirkung der Schimmelvegetation ist auch das Faulen des Obstes. Das Fruchtfleisch wird von Schimmelfäden durchzogen, und die absterbenden Zellen verändern sich überdem durch nebenher gehende rein chemische Zersetzungen, welche sich uns zunächst in einer Veränderung des Geschmackes und der Farbe kund geben. Das Faulen des Obstes ist also nicht, wie der Ausdruck unrichtig andeutet, ein eigentlicher Fäulnissprocess, sondern vielmehr ein Vorgang, welcher der Verwesung und Vermoderung angehört.

Harte vegetabilische Gegenstände wie besonders Holz werden durch die Wirkung der sie durchziehenden Schimmel und die gleichzeitige rein chemische Zersetzung morsch und leicht, sie zerfallen in Moder oder Mulm und verschwinden zuletzt ganz. In Urwäldern, wie sie etwa bei uns noch in abgelegenen und schwerzugänglichen Gebirgsgegenden (z. B. Graubünden) vorkommen, findet man auf dem Boden liegende mächtige, vor Jahren durch den Sturm umgeworfene Baumstämme, von denen nur die Rinde übrig geblieben ist. Tritt man auf diese Rinde, so versinkt man 4 oder 5 Fuss tief in die hohle Form des Baumes.

Ich habe mehrere ganze Brodlaibe in eine zwar nicht hermetisch, aber doch gut schliessende Blechkiste verschlossen. Als diese nach

1½ Jahren geöffnet wurde, waren die Brode in eine kleine fast bloss aus Schimmelfäden bestehende Masse zusammengeschwunden, in welcher von der ursprünglichen Brodsubstanz nichts mehr nachzuweisen war[1]).

Die Zersetzungsprocesse, von denen ich bis jetzt gesprochen habe, geschehen unmittelbar durch die Vegetation der niedern Pilze, welche auf die in der nächsten Umgebung befindlichen löslichen Stoffe einwirkt. Man kann Zersetzung und Pilz räumlich nicht trennen; jene hört immer auf, wenn man diesen entfernt. Ausserdem scheiden die Pilze auch noch gelöste Stoffe aus, welche zersetzend wirken, als „Fermente“ bekannt sind und sich von den Pilzzellen trennen lassen. Die Fermentwirkung dieser ausgeschiedenen Stoffe ist nicht mit der Hefenwirkung der Zellen zu verwechseln.

Die Sprosshefe scheidet ein Ferment aus, welches den nicht gährungsfähigen Rohrzucker in die gährungsfähigen Trauben- und Fruchtzucker umwandelt („invertirt“). Ein besonders energisches Ferment wird von den Spaltpilzen abgesondert. Dasselbe führt den Milchzucker in gährungsfähigen Zucker über, setzt Stärke und Cellulose (Holz) in Traubenzucker um, löst geronnenes Eiweiss und andere unlösliche Albuminate. Infolge dessen können Milch weingeistig gähren (Kumis), Holz faulen, nasses Brod sauer werden (durch Milchsäurebildung), unlösliche eiweissartige Stoffe in ammoniakalische Fäulniss übergehen.

Um das Bild der freiwilligen Zersetzungen vollständig zu machen, will ich noch kurz der rein chemischen erwähnen, bei welchen die lebendigen Organismen keine Rolle spielen. Dieselben bestehen vorzugsweise in einer Oxydation (Verbrennung), wobei sich Kohlensäure und Wasser und wenn die Substanz stickstoffhaltig ist, ausserdem noch Ammoniak bildet. Es ist eine sogenannte langsame Verbrennung, bei welcher keine Lichterscheinung wahrnehmbar und so wenig Wärme frei wird, dass sie häufig selbst mit den besten Instrumenten nicht nachgewiesen werden kann.

Diese langsame Verbrennung findet überall statt, wo atmosphärische Luft (also Sauerstoff) nebst Wasser mit organischen Substanzen in

1) Die übrig bleibende Masse war weich und feucht, fast breiartig-schwammig, mit starkem Trimethylamin-Geruch. Von Stärke war keine Spur mehr vorhanden. 100 Gewichtstheile ursprüngliche Brodmasse hatten sich auf 64 Gewichtstheile feuchte und auf 17 Gewichtstheile lufttrockene Schimmelmasse vermindert. Das Stärkemehl war zu Kohlensäure und Wasser verbrannt worden.

Berührung kommt. Sie ist auch in allen lebenden Organismen, sowohl thierischen als pflanzlichen, fortwährend thätig; in gesteigertem Grade tritt sie auf in den warmblütigen Thieren, beim Keimen der Pflanzensamen (z. B. bei der Malzbereitung) und in einigen Blüthen (Aroideen).

Das Schwinden durch Verbrennung können wir am deutlichsten beim Torf beobachten. Derselbe ist organischer Natur, entstanden aus der darauf befindlichen Pflanzendecke; er wird durch Pilze nicht verändert. Ist er feucht oder unter Wasser, so hält die Feuchtigkeit den Zutritt der Luft einigermassen ab und er verändert sich nur langsam. Viel lebhafter sind die Oxydationsprocesse an trocknen Torflagern, wo der Sauerstoff der Luft ungehinderten Zutritt hat und wo hin und wieder durch Regen oder Thau Befeuchtung eintritt. Wird ein Torflager trocken gelegt, so bemerkt man nach einer Reihe von Jahren deutlich das Herauswachsen von eingerammten Pfählen. Dieses Herauswachsen der Pfähle ist aber nichts anderes als ein Schwinden des Torfes durch langsame Verbrennung. Wie der Torf ist auch die schwarze Acker- und Gartenerde (Humus) organischen Ursprungs. Auch sie nimmt fortwährend ab und zwar um so mehr, je mehr die Trockenheit die Einwirkung des Sauerstoffs befördert. Daher kommt es, dass auf der so trocknen Münchener Hochebene mit kiesigem Untergrund eine äusserst dürftige Humusschichte die Felder und Wiesen bildet.

Im Gegensatz zu dieser vollständigen Verbrennung sind der Humus und der Torf selbst aus den absterbenden Theilen der Pflanzendecke durch unvollständige Verbrennung entstanden, wobei der leichter verbrennliche Wasserstoff zu Wasser wird, und eine kohlenstoffreichere schwarze Masse zurückbleibt. Dieser Process der unvollständigen Oxydation kann weiter gehen, wobei sich der Torf in immer kohlenstoffreichere Substanzen, zuerst in Schiefer- oder Braunkohle, dann in Steinkohle und zuletzt in den fast aus reiner Kohle bestehenden Anthracit und Graphit verwandelt.

Die ersten Anfänge dieser Oxydation können wir täglich an den Nahrungsmitteln beobachten. Die Substanz einer abgepflückten Frucht verändert sich nur wenig, weil die Frucht, wenn auch von der Mutterpflanze getrennt, fortlebt und den normalen Reifungsprocess fortsetzt. Wird sie aber zerquetscht, so tritt auch bei Ausschluss der niederen Pilze bald eine Veränderung an Farbe, Geruch und Geschmack ein. Noch rascher erfolgt diese Veränderung durch Siedhitze; sie bleibt aus

bei vollständigem Abhalten des Sauerstoffs. Die Farbenänderung besteht in einem Dunklerwerden der hellen Gewebe und Flüssigkeiten; das weisse Fleisch der Birnen, das gelbe der Zwetschen kann in einigen Stunden dunkelbraun werden. Diess ist eine Wirkung der Oxydation und der Beginn der Humifikation.

Ich habe, entsprechend den durch die Versuche der Physiologen festgestellten Thatsachen, die Pilze als die Ursachen vieler Zersetzungen (der Gährung, Fäulniss, Verwesung) betrachtet. Es war indess und ist zum Theil noch eine allgemein verbreitete Ansicht, die in bestimmter Weise besonders von Morphologen, Chemikern und Aerzten ausgesprochen wurde, dass organisirte Fermente (Hefe) nur da entständen oder nur da sich vermehrten, wo schon die Zersetzungen thätig sind. So wurden Ursache und Wirkung verwechselt, oder es wurde auch in etwas unklarer Weise der Pilz als die Ursache und zugleich als die Folge der Zersetzung betrachtet.

Diese irrthümliche Ansicht rührt hauptsächlich daher, dass man gewöhnlich auf die Pilze, wegen ihrer ausserordentlichen Kleinheit, nur da aufmerksam wird, wo Zersetzungen stattfinden, und dass man sie erst wahrnimmt, wenn die Zersetzungen schon einige Zeit gedauert haben, während sie zwar überall vorhanden sind, aber wegen spärlichen Vorkommens nicht beachtet werden.

Es ist nun schon längst durch genaue Versuche (zuerst durch Schwann und Helmholtz) festgestellt, dass Gährung und Fäulniss nur da eintreten können, wo die betreffenden Pilze leben, und dass die Grösse der Zersetzung durch die Menge der Pilze bedingt wird. Somit kann über Ursache und Wirkung kein Zweifel bestehen.

Doch ist eine Thatsache bemerkenswerth, welche mit dem eben ausgesprochenen Gesetz in einem gewissen Gegensatze steht. Die Hefenpilze kommen zwar überall vor, wo sie die nöthigen Nährstoffe finden, aber nur da in grösserer Menge und in recht lebhafter Vermehrung, wo sie Zersetzungen bewirken. Die Weingeisthefe z. B. stellt ihr Wachsthum beinahe gänzlich ein, wenn der Zucker in der Flüssigkeit vergohren ist; an ihrer Stelle treten andere Hefenarten und mit ihnen andere Zersetzungen auf. Diess beruht auf zwei Ursachen, einmal darauf, dass die Stoffe, welche zersetzt werden, gerade die besten Nährstoffe sind, und ferner darauf, dass, wie ich durch geeignete Versuche nachweisen konnte, der Zersetzungsprocess selbst auf die Ernährung der betreffenden Hefe einwirkt.

Ich habe bisher drei Gruppen der niederen Pilze unterschieden. Für manche praktische Fragen ist es von Wichtigkeit zu wissen, ob hier wirklich eine specifische Verschiedenheit vorliegt, oder ob es nur verschiedenartige Zustände der gleichen Species sind. Es wäre möglich, dass es verschiedene Pilze gäbe, von denen jeder seine Schimmelform, seine Sprosspilzform, seine Spaltpilzform hätte. — Ferner ist es von eben so grosser Wichtigkeit zu wissen, ob und welche spezifische Verschiedenheiten innerhalb der drei Pilzgruppen bestehen, ob die verschiedenen Zersetzungen durch eben so viele Pilzarten bewirkt werden, oder ob die nämliche Pilzart verschiedene Zersetzungen veranlassen kann.

Was den ersten Punkt betrifft, so ist diess eine Streitfrage, die unter den Pilzkundigen seit etwa 15 Jahren lebhaft verhandelt wurde. Den erfolgreichen Beobachtungen von Tulasne und de Bary verdankte die Wissenschaft die neue Thatsache, dass der nämliche Pilz oft in verschiedenen Formen auftritt, die man früher als besondere Gattungen unterschieden hatte. In der Botanik hat die strenge und gründliche Methode, welche die Physik seit langer Zeit befolgt, erst bei physiologischen Untersuchungen allgemeiner festen Boden gefasst; in den andern botanischen Disciplinen begnügt man sich häufig noch mit einer leichteren Behandlungsweise. So haben auch lebhafte Einbildungen alsbald die Verwandlung der Pilze ins Grosse getrieben, und durch Kulturen wollte man die verschiedensten Formen in einander übergeführt haben.

Bei allen diesen angeblichen Umwandlungen verhält es sich, um dem Laien ein Bild zu geben, etwa so, wie wenn der Bauer, der Weizen auf seinen Acker säet, behaupten würde, das Unkraut, das mit aufgeht, sei aus den Weizenkörnern durch eigenthümliche Umwandlung entstanden. Das würde ihm nun zwar Niemand glauben, weil die Samen, welche das Unkraut erzeugen, gross genug sind, um unter den Weizenkörnern von Jedem deutlich gesehen und unterschieden werden zu können. Die Keime der Pilze sind aber mikroskopisch klein, die Spaltpilze sogar unter den stärksten Vergrösserungen oft kaum bemerkbar; die Behauptungen sind daher nicht oder nur äusserst schwer zu controliren. Auch ist der rasche und leichte Beobachter im entschiedenen Vortheil; die Angaben, zu denen er sich durch sogenannte Reinkultur von 8 Tagen Dauer veranlasst fühlt, können von dem gründlichen Forscher erst durch jahrelange Arbeit widerlegt werden.

So ist es begreiflich, dass die Pilzmetamorphosen, welche massenhaft geboten wurden, das Laienpublicum und namentlich die Aerzte in vielfache Irrthümer versetzten. Die Ernüchterung hat indessen, besonders durch de Bary und seine Schule begonnen, indem nachgewiesen wurde, dass jeder Pilz eine ganz bestimmte und sehr eng begrenzte Zahl von Verwandlungen besitzt, welche eine gesetzmässige Folge einhalten.

Für die Fragen, welche die Zersetzungen betreffen, ist es von Wichtigkeit, dass nach allen gründlichen Beobachtern die Schimmelpilze, die Sprosspilze und die Spaltpilze nicht in einander übergehen können. Ich habe diesem Punkte ebenfalls meine Aufmerksamkeit und eine grosse Reihe von Versuchen gewidmet und dabei eine andere Methode eingeschlagen als die Pilzkundigen. Ich habe entweder durch Hitze in einem verschlossenen Gefäss alle lebenden Organismen getödtet und den Verschluss so gewählt, dass er nur einer bestimmten Pilzgattung den Eintritt gestattete, oder ich habe einen Wärmegrad angewendet, welcher nur eine Pilzgattung am Leben liess. In beiden Fällen war vollkommene Sicherheit für Reinkultur gegeben, indem nur eine Pilzform in dem verschlossenen Gefässe sich befand. Weniger sicher waren andere Versuche, in denen ich durch Erhitzen alle Pilze in einem verschlossenen Gefässe tödtete und darauf den Verschluss für einen Augenblick öffnete, um mit einer vorher geglühten Nadelspitze eine winzige Menge von möglichst reinen Pilzkeimen hineinzubringen. Bei diesem letzteren Verfahren lässt sich die Möglichkeit nicht ausschliessen, dass mit den Keimen, die man pflanzen will, auch einzelne andere gleichsam als Unkraut sich einschmuggeln, und man erhält eine grosse Wahrscheinlichkeit für das Resultat nur dadurch, dass man den gleichen Versuch in wenigstens einem oder besser in einigen Dutzenden von Proben anstellt.

Ich bin ferner auch darin von dem gewöhnlichen Verfahren abgewichen, dass ich die Pilze nicht in kleinen, nöthigenfalls unter das Mikroskop zu bringenden Kulturkammern, sondern in grossen Gläsern von 300—600 Kubikcentimeter Inhalt züchtete. Solche Versuche im Grossen haben den ungeheuren Vortheil, dass sie eine viel natürlichere und lebhaftere Vegetation gestatten und zugleich eine Menge von verschiedenen Verhältnissen darbieten, welche das Gelingen der Metamorphose viel wahrscheinlicher macht.

Alle meine Erfahrungen stimmen darin überein, dass die drei

Gruppen der Schimmel-, Spross- und Spaltpilze nicht in einander übergehen[1]). Ich will nur auf die angeblichen Verwandlungen der letzteren etwas näher eintreten, da dieselben für die praktische Anwendung, wie wir später sehen werden, so wichtig sind. Es wird vielfach angegeben, dass die Spaltpilze aus Schimmelsporen und aus Sprosshefezellen entstehen und dass sie auch wieder in Schimmel und Sprosshefe auswachsen.

Betreffend die erste dieser beiden Behauptungen habe ich es lange Zeit für unmöglich gehalten, durch den Versuch irgend etwas Sicheres zu ermitteln, weil es nicht möglich ist, einen andern Pilz oder Keime desselben so zu isoliren, dass die Spaltpilze ausgeschlossen wären, oder in einem verschlossenen Gefäss die Spaltpilze zu tödten, während Sprosspilze oder Schimmel am Leben bleiben. Endlich gelang es, in Nährlösung haltende Gläser, welche durch Erhitzen vollkommen pilzfrei gemacht worden, Schimmelpilze hinein wachsen zu lassen. Einige Gläser stehen nun über 4 Jahre lang mit einer Schimmelvegetation, ohne dass von derselben Spaltpilze erzeugt worden wären.

Viel leichter ist es dagegen, die andere Behauptung zu widerlegen, und zu beweisen, dass die Spaltpilze nicht in andere Pilzgattungen sich umzuwandeln vermögen. Man kann nämlich in einem geschlossenen Gefäss die übrigen Pilze leicht tödten, indess die Spaltpilze lebend bleiben. Ich habe, meistens zu andern Zwecken, viele hunderte von solchen Versuchen angestellt, und in keinem Falle haben sich aus den Spaltpilzen je Schimmel oder Sprosspilze gebildet.

Zu den Versuchen dienten alle möglichen Flüssigkeiten, saure und nicht saure, solche mit mehr oder weniger Zucker, flüssige und mehr oder weniger trockene. Besonders beweisend sind solche Versuche, wo das Glas mit Blase zugebunden ist. Dieselbe gestattet den

1) Die allernächste Verwandtschaft besteht unbestreitbar zwischen Schimmelpilzen und Sprosspilzen, und es giebt ja eine Gattung von Schimmelpilzen (Mucor), welche eine der gewöhnlichen Bierhefe ähnliche Sprosshefe erzeugt und aus dieser wieder sich ausbildet. Die Vermuthung liegt nun allerdings sehr nahe, dass auch die Bier- und Weinhefe nur eine Vegetationsform von Schimmelpilzen und nicht eine selbstständige Pflanze darstelle. Doch ist es mir bis jetzt nicht gelungen, aus Schimmeln (namentlich aus dem gewöhnlichen Penicillium glaucum) Sprosshefe zu erziehen, wobei ich bemerke, dass es sehr leicht ist, in einem Glas mit jedem beliebigen Inhalt, in welchem alle lebenden Zellen durch Hitze getödtet worden sind, eine von Sprosshefe absolut reine Zucht von Schimmelpilzen zu erhalten.

Eintritt von Sauerstoff und den Austritt von Kohlensäure und Wasserdampf, so dass also die Atmosphäre in dem verschlossenen Raum fortwährend annähernd die gleiche Zusammensetzung hat wie ausserhalb. Manche Gefässe liess ich Jahre lang stehen, bis der ursprünglich flüssige Inhalt gänzlich vertrocknet war. Dabei fand eine sehr starke Vermehrung der Spaltpilze statt; und je nach der chemischen Zusammensetzung des Inhaltes Fäulniss, Milchsäurebildung, schleimige Gährung oder auch keine bemerkbare Veränderung. Wenn aber am Schlusse das Gefäss geöffnet wurde, so fanden sich bloss Spaltpilze darin[1]).

Es waren bei den verschiedenen Versuchen so ziemlich alle Verhältnisse vertreten, die man überhaupt als günstig für die Bildung von Schimmel- und Sprosspilzen betrachten kann; und wenn dabei, wie es thatsächlich der Fall war, die Metamorphose in solche Formen nicht eintrat, so kann man mit grösster Wahrscheinlichkeit annehmen, dass sie überhaupt unmöglich ist.

Wenn ich sage, dass die Verwandlung von Spross- und Schimmelpilzen in Spaltpilze und umgekehrt nicht statt finde, so ist kaum nöthig zu bemerken, dass diess nur für verhältnissmässig kurze Zeiträume, für welche auch die gegentheilige Behauptung aufgestellt wurde, gilt, und dass damit nicht etwa gesagt werden soll, die Verwandlung könne nicht in Millionen von Jahren stattfinden, und es haben im Laufe der Entwicklungsgeschichte des Pflanzenreiches nicht genetische Beziehungen zwischen den Spaltpilzen und andern Pilzgruppen stattgefunden.

Der zweite Punkt, welcher rücksichtlich der Systematik der niederen Pilze eine grosse praktische Wichtigkeit hat, ist der, ob die verschiedenen Zersetzungen durch verschiedene Pilzspecies bewirkt werden oder nicht. Die Pilzkundigen bejahen die Frage, soweit sie überhaupt bis jetzt gestellt werden konnte.

Für die Schimmelpilze bestand bis jetzt keine derartige Behauptung, da die durch sie verursachten Zersetzungen noch unbekannt

1) Bei solchen lange dauernden Versuchen, bei denen Blasenverschluss angewandt wird, hat man sorgfältig darauf zu achten, dass das Gefäss an einem ganz trocknen Ort und im Winter im geheizten Zimmer aufbewahrt wird. Sobald die Blase feucht wird, so wachsen Schimmelfäden durch dieselbe hindurch in das Gefäss. Daher muss auch die Blase immer unbedeckt bleiben. In Gegenden mit trockner Luft wie in München sind die Versuche leicht anzustellen.

sind. Was man indessen im Allgemeinen davon weiss, scheint eher dafür zu sprechen, dass die spezifisch verschiedenen Pilzfäden im Obst und in andern Speisen die gleiche Verderbniss herbeiführen.

Rücksichtlich der Sprosspilze nimmt man an, dass die Hefenzellen, die den Zucker in Alkohol und Kohlensäure zerlegen, spezifisch verschieden seien von den Sprosszellen der Kahmhaut (die den Alkohol zu Essigsäure oxydiren soll). Da diess das einzige Beispiel ist, wo für die aufgestellte Behauptung der spezifischen Verschiedenheit eine wirklich beobachtete Thatsache vorliegt, so verdient es eine Erörterung. Wenn man Kahmpilze, die man leicht in hinreichender Menge erhalten kann, in Zuckerlösung bringt, so tritt entweder keine Gährung ein, oder dieselbe beginnt so langsam, dass man sie auf Rechnung von wenigen Weingeisthefezellen setzen kann, die mit der Kahmhefe eingeführt wurden und dann sich vermehrten.

Es ist unstreitig, dass diese Thatsache die Annahme erlaubt, es seien Alkoholpilze und Kahmpilze specifisch verschieden, so dass die einen nicht die andern hervorzubringen vermögen. Aber die Folgerung ist keine nothwendige; es ist ebensowohl möglich, dass hier zwei Vegetationszustände der nämlichen Pflanze vorliegen, welche bestimmten äussern Verhältnissen entsprechen. Weingeisthefe und Kahmhefe wären somit gleichsam acclimatisirt, und je nach dem Grade der Acclimatisation würde entweder 1) eine Zelle bald schneller bald langsamer selbst die andere Form annehmen, oder sie wäre 2) dazu unfähig, könnte aber, sei es unmittelbar, sei es nach einer Reihe von Generationen Zellen der andern Form erzeugen, oder sie wäre 3) auch hiezu unfähig geworden und sie müsste nothwendig unter den veränderten Verhältnissen aussterben.

Ich bin auf die eben ausgesprochene Theorie durch zahlreiche Beobachtungen geführt worden, bei denen es immer den täuschendsten Anschein hatte, als ob in den ersten Anfängen der Kahmbildung die Alkoholhefezellen selber durch zwei oder drei Generationen in die Kahmzellen sich umwandelten. Eine Reihe anderer Beobachtungen, die ich gemacht habe, dürfte ebenfalls mit dieser zweiten Theorie besser harmoniren.

Unter den zahllosen Formen von Sprosshefe, die man erhält, wenn man mit verschiedenen Früchten, Blättern, Stengeln die Gährung einleiten will, giebt es solche, die den Zucker sehr lebhaft, andere, die ihn langsam und noch andere, die ihn gar nicht zersetzen; solche,

die viel, solche, die wenig und solche, die gar keinen Essig zu bilden scheinen. Die beiden Fähigkeiten kommen sehr wahrscheinlich manchmal der nämlichen Zelle zu, und es scheint überhaupt, dass sie in umgekehrtem Verhältniss zu einander stehen, so dass jedesmal die höchste Leistung im einen Sinne die andere Leistung vollständig ausschliesst. Wenn die Zellen, die beides zu thun vermögen, als Haut an der Oberfläche leben, so bilden sie neben Alkohol und Essig auch Essigäther in grösserer oder geringerer Menge[1]).

Wenn nicht alle Anzeichen trügen, so giebt es zwischen den beiden Extremen (reine Alkoholzellen und reine Kahmzellen) eine Menge von Uebergangsstufen, so dass die Annahme von eben so vielen verschiedenen Species weniger wahrscheinlich ist als die Annahme, dass eine oder einige wenige Arten verschiedene Acclimatisationszustände annehmen können, von denen jeder eine grössere oder geringere relative Constanz erlangt.

Besonderes Interesse gewährt die Frage betreffend die spezifische Verschiedenheit bei den Spaltpilzen, weil diese so verschiedenartige Zersetzungen bewirken; und wenn sie überdem noch die Contagien und Miasmen darstellen, welche bestimmte Krankheiten im menschlichen Organismus verursachen, so gewinnt die Frage die allerhöchste Bedeutung. Von jeher wurden unter den Spaltpilzen verschiedene Gattungen und Arten angenommen.

Cohn hat in neuester Zeit ein gattungs- und artenreiches System aufgestellt, wobei jede Function der Spaltpilze durch eine besondere Species vertreten ist; er hat damit einer ziemlich allgemein verbreiteten, namentlich auch von den Aerzten gehegten Meinung Ausdruck gegeben. Irgend ein thatsächlicher Grund, der auf eine morphologische Verschiedenheit oder auf ein die Verrichtung betreffendes Experiment sich stützen könnte, ist mir bis jetzt nicht bekannt geworden. Ich habe seit 10 Jahren wohl tausende von verschiedenen Spalthefeformen untersucht, und ich könnte (wenn ich Sarcine ausschliesse) nicht behaupten, dass auch nur zur Trennung in zwei spezifisch verschiedene Formen Nöthigung vorhanden sei.

1) Es steht noch nicht ganz fest, ob die Sprosshefezellen der Kahmhaut wirklich Essig bilden, oder ob sie nur in manchen Fällen die nothwendigen Vorläufer der essigbildenden Spaltpilze sind. Die Entscheidung dieser Frage ist für die im Texte behandelte Frage gleichgültig. Das wechselnde Verhältniss zwischen Weingeisthefezellen und Kahmzellen bleibt das nämliche.

Alle Spaltpilze sind kurze Zellen (vor der Theilung etwa $1\frac{1}{2}$, nach derselben $\frac{3}{4}$ so lang als breit); alle zeigen sich bald schwärmerd bald ruhend; die Verschiedenheiten bestehen bloss in der ungleichen Grösse. und darin, dass die Zellen nach der Theilung sich von einander lostrennen oder dass sie zu Stäbchen und Fäden verbunden bleiben, welche bald gerade, bald mehr oder weniger schraubenförmig gewunden sind.

Nun habe ich von jeher bei der nämlichen Zersetzung oft einen ziemlich weiten Formenkreis der anwesenden Spaltpilze oder mit andern Worten ein Gemenge von mehreren Formen, die man gewöhnlich spezifisch oder selbst generisch trennt, beobachtet, anderseits bei ganz verschiedenen Zersetzungen dem Anscheine nach durchaus die gleichen Spaltpilze gefunden. Diese Thatsache ist der Behauptung, dass jeder Zersetzung eine spezifische Pilzform zukomme, durchaus ungünstig.

Eine andere sehr beachtenswerthe Thatsache ist die, dass die Spaltpilze auch Verbindungen zersetzen, welche in der Natur entweder nicht oder doch nur in der Art vorkommen, dass eine Zerlegung durch Spaltpilze dort nicht stattfindet. Eine solche Verbindung ist das Glycerin, welches zwar beim Keimen von fetthaltigen Samen entsteht, aber das Zellgewebe nicht verlässt und im Naturzustande vielleicht nie Veranlassung zu einem besonderen Gährungsprocess giebt. Wo kamen nun, als zum ersten Male künstlich dargestelltes Glycerin in Gährung gerieth, die Spaltpilze her, wenn dieselben spezifisch verschieden sind? Ich bin überzeugt, dass es unter den vielen Kunstproducten der organischen Chemie noch manche giebt, welche durch die gewöhnlichen Spaltpilze eigenthümliche Zersetzungen erleiden.

Endlich ist noch eine äusserst wichtige Thatsache zu erwähnen, nämlich die Umwandlung der bestimmten Hefennatur eines Pilzes in eine andere. Dieselbe ist zwar schon längst den Hausfrauen bekannt, welche wissen, dass gekochte Milch nicht sauer sondern bitter wird; sie wurde aber in der Wissenschaft nicht beachtet. Man kann den säurebildenden Spaltpilzen durch verschiedene Behandlung (Erwärmen, Austrocknen, Züchten in schlechterer Nährlösung) das Vermögen, Säure zu bilden, ganz oder theilweise nehmen, so dass sie eine zuckerhaltige Nährlösung nur noch schwach sauer machen oder dieselbe auch vollkommen neutral lassen. Man kann dann diesen umge-

stimmten Formen durch Kultur das ursprüngliche Vermögen wieder anzüchten[1]).

Wenn ich sage, dass die uns bekannten morphologischen Eigenschaften der Spaltpilze und ihr Vermögen, verschiedene Zersetzungen zu bewirken, eine generische und spezifische Unterscheidung nicht rechtfertigen, und dass selbst die Möglichkeit vorliege, alle Formen in eine einzige Species zu vereinigen, so liegt es mir doch fern, diese Behauptung wirklich auszusprechen. In einer Sache, in welcher die morphologische Beobachtung und der physiologische Versuch den Forscher noch so sehr im Stiche lassen, ist es überhaupt gewagt, eine bestimmte Ansicht auszusprechen.

So sehr ich auf der einen Seite überzeugt bin, dass die Spaltpilze sich nicht nach ihren Hefewirkungen und ihrer Formbildung spezifisch gliedern, und dass man viel zu viele Arten unterschieden hat, eben so wenig ist es mir auf der andern Seite wahrscheinlich, dass alle Spaltpilze eine einzige naturhistorische Art darstellen. Ich möchte vielmehr vermuthen, dass es einige wenige Arten giebt, die aber mit den jetzigen Gattungen und Arten wenig gemein haben und von denen jede einen bestimmten aber ziemlich weiten Formenkreis durchläuft, wobei verschiedene Arten in analogen Formen und mit gleicher Wirkungsweise auftreten können.

Aehnlich wie die Bierhefe und die Mucorhefe bei spezifischer Verschiedenheit beide morphologisch und physiologisch fast gleich sind, so würde nach meiner Vermuthung jede der wirklichen Spaltpilzspecies nicht bloss als Micrococcus und als Bacterium, als Vibrio und als Spirillum auftreten, sondern auch Milchsäurebildung, Fäulniss und verschiedene Formen der Erkrankung bewirken können. Jede Species hätte das Vermögen, sich ungleichen äusseren Verhältnissen anzupassen, und demgemäss in verschiedenen morphologisch und physiologisch eigenthümlichen Formen aufzutreten. Die Anpassung oder Acclimatisation könnte eine mehr oder weniger vollkommene, eine mehr oder weniger dauerhafte sein, je nach der Zeit und den wirkenden Ursachen.

1) Nach den Versuchen von Dr Hans Buchner und Dr. Walter Nägeli verlieren die Spaltpilze, welche die Milch sauer machen, dieses Vermögen in einer zuckerhaltigen Fleischextraktlösung so sehr, dass sie wiederholt in Milch umgezüchtet, in dieser zuerst ammoniakalische Zersetzung verursachen, und erst vielleicht nach 100 oder mehr Generationen die Fähigkeit, Säure zu bilden, sehr langsam wieder gewinnen.

Ich möchte also die Theorie, die ich für die Sprosspilze ausgesprochen habe, auch für die Spaltpilze wiederholen, allerdings nur als Möglichkeit, die erst noch durch Versuche zu begründen oder zu widerlegen ist. Ich halte es für denkbar, dass die Spaltpilze durch den Umstand, dass sie während vieler Generationen die gleichen Nährstoffe aufnehmen und die gleiche Gährwirkung ausüben oder auch keine Gährung zu vollbringen Gelegenheit finden, einen mehr oder weniger ausgesprochenen Charakter der Anpassung erhalten, — dass sie morphologisch irgend eine bestimmte Form (Micrococcus, Bacterium etc.) bevorzugen und dass sie auch physiologisch für die eine oder andere Zersetzung tauglicher werden.

Es würden sich also Formen von ungleich starkem Gepräge und ungleicher Constanz ausbilden, die den verschiedenen äusseren Bedingungen entsprechen. Der nämliche Spaltpilz würde einmal in der Milch leben und Milchsäure bilden, dann auf Fleisch und hier Fäulniss bewirken, später im Wein und daselbst Gummi erzeugen, nachher in der Erde ohne Gährung hervorzubringen, endlich im menschlichen Körper um hier bei irgend einer Erkrankung sich zu betheiligen. Er würde an jedem Orte seine Natur den neuen Verhältnissen nach und nach anpassen, und es würde daraus eine mehr oder weniger geänderte Constitution mit grösserer oder geringerer Beständigkeit hervorgehen. Er würde, auf eine neue Wohnstätte gelangend, je nach dem Grad der früheren Anpassung einer grösseren oder geringeren Zahl von Generationen bedürfen, bis er hier heimisch geworden wäre, oder er würde bei sehr weit fortgeschrittener Accomodation auch ganz zu Grunde gehen. Er würde auf einem Boden, der zu verschiedener Zersetzung gleich sehr geneigt ist, diejenige bewirken, welche seiner durch die vorausgehende Lebensweise erlangten Natur am meisten entspricht. Spaltpilze, die häufig ihre Wohnstätte wechseln, würden selbstverständlich einen unbestimmten Charakter behalten und gleich gut geeignet sein, verschiedene Formen anzunehmen und verschiedene Gährungen zu erregen. — Ich werde übrigens bei Anlass der spezifischen Verschiedenheit der Infectionsstoffe noch Gelegenheit zu weiterer Erörterung dieser Frage finden.

Wenn es auch vor der Hand unentschieden bleibt, welche systematische Bedeutung die verschiedenen unserer Erkenntniss zugänglichen Formen der Spaltpilze haben, so müssen sie doch unterschieden werden, und ich halte es für nothwendig, von einer Micrococcusform,

einer Vibrionenform, einer Bacterienform, einer Spirillumform u. s. w. zu sprechen, wobei aber nicht übersehen werden darf, dass die diesen Begriffen entsprechenden Objecte sehr wenig constant sind und fortwährend sich in einander verlieren.

Man bezeichnet häufig die Gesammtheit dieser Formen als Bacterien. Zur Vermeidung von Missverständniss und Verwirrung ist es wohl besser, da Bacterium eigentlich eine bestimmte Form bezeichnet, die ganze Gruppe Spaltpilze oder Schizomyceten zu nennen.

II.

Lebensbedingungen der niederen Pilze.

Um die mannigfaltigen Erscheinungen, welche uns die niederen Pilze darbieten, zu verstehen und bei der praktischen Anwendung die richtigen Mittel aufzufinden, ist es nöthig, das Leben dieser Organismen und seine äusseren Bedingungen möglichst genau zu kennen. Die mangelhafte Erkenntniss dieser Bedingungen hat in allen Gebieten der Praxis vielfache Misserfolge herbeigeführt. Ich lasse daher eine Uebersicht der wichtigsten hieher gehörigen Thatsachen vorausgehen, indem ich Alles ausschliese, was für das Verständniss der praktischen Anwendung nicht nothwendig ist. Diese Uebersicht ist die wissenschaftliche Grundlage der in den folgenden Kapiteln enthaltenen Ausführungen.

Um die Lebensbedingungen richtig zu würdigen, müssen wir vorerst genau beachten, dass die niederen Pilze verschiedenen Gruppen angehören, und dass sich dieselben ganz ungleich verhalten. Der Nichtbotaniker ist oft gewohnt, alle als Pilze schlechthin zu bezeichnen, und geneigt, die Eigenschaften der einen auf die anderen zu übertragen[1]).

1) Bei der Empfehlung des Liebig-Horsford'schen Backpulvers, welches die Pilze des Sauerteigs und der Hefe durch Kohlensäure-Entwicklung aus mineralischen Stoffen ersetzt, wurde als besonderer Vorzug erwähnt, dass ein so verfertigtes Brod nicht schimmele, weil es keine Pilze enthalte. Dabei wurde ein doppelter Irrthum begangen. Es wurden die Sprosspilze der Hefe mit den Schimmelpilzen verwechselt; die letzteren entwickeln sich nie aus den ersteren. Es wurden ferner die Sprosspilze der Hefe mit den Spaltpilzen verwechselt, von denen Pasteur gezeigt hatte, dass sie durch Siedhitze in neutralen Nährlösungen nicht getödtet werden, was aber für die Sprosspilze nicht gültig ist. Das Brod, wie es aus dem Ofen kommt, enthält nie lebende Elemente, aus denen sich Schimmel entwickeln könnten. Die Letzteren fliegen immer aussen an und wachsen hinein.

Wir müssen ferner an dem nämlichen Pilz die verschiedenen Aeusserungen seines Lebens unterscheiden, weil für sie ganz ungleiche Voraussetzungen gelten. Es bestehen bei den niederen Pilzen im Allgemeinen 5 Zustände:

1) Wachsthum und Vermehrung durch Zellbildung. Die Evolution beruht auf der Ernährung und ist immer mit einer Substanzzunahme verbunden, welche theils als Vergrösserung der Zellen, theils als Erzeugung neuer Zellen sich kundgiebt.

2) Rückgang der Lebensbewegung. Die Involution charakterisirt sich durch den allmählichen Verbrauch der Substanz; sie endigt mit dem Tod der Zellen.

In der ersten Periode der Involution besitzen die Zellen noch die Fähigkeit, unter günstigeren Ernährungsbedingungen wieder in Wachsthum und Vermehrung überzugehen.

In der zweiten Periode der Involution haben die Zellen diese Fähigkeit verloren; sie sind noch nicht todt, gehen aber dem unvermeidlichen Absterben entgegen.

3) Sporenbildung. Die Erzeugung von Ruhesporen, die bei allen Gruppen der niederen Pilze vorkommt, stellt eine zweite Art der Fortpflanzung dar, oder sie ist vielmehr, wenn man die mit dem Wachsthum verbundene Vervielfältigung als Vermehrung bezeichnet, im Gegensatz zu dieser die eigentliche Fortpflanzung.

4) Ruhendes (latentes) Leben. Unter gewissen Umständen (z. B. beim Gefrieren, beim Austrocknen) tritt ein vollständiger Stillstand der Lebensbewegung ein, der unter günstigeren Umständen wieder in thätiges (bewegtes) Leben übergehen kann.

5) Hefenwirkung. Die Spross- und Spaltpilze haben die Fähigkeit, von der ich früher schon gesprochen habe, gewisse lösliche organische Substanzen zu zersetzen. Sie verwandeln eine zusammengesetztere in einfachere Verbindungen; die Sprosspilze spalten den Zucker in Weingeist und Kohlensäure; die Spaltpilze zerlegen den Zucker in Milchsäure, das Glycerin in Butylalkohol, Buttersäure und andere Verbindungen, den Harnstoff unter Aufnahme von Wasser in Ammoniak und Kohlensäure, die Eiweissstoffe bei der Fäulniss in zahlreiche Verbindungen (Leucin, Tyrosin, flüchtige Fettsäuren, Aminverbindungen, Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Kohlensäure).

Jede dieser fünf allgemeinen Functionen verlangt besondere Bedingungen zum Bestehen, und wenn sie besteht, besondere Bedingungen,

um vernichtet zu werden. Bisher hat man fast immer nur den Gegensatz von lebendig und todt im Auge gehabt. Man bezeichnet die Sprosshefe gewöhnlich als todt, wenn sie keine Hefenwirkung ausübt, manchmal auch, wenn sie sich nicht vermehrt. Von vielen antiseptischen Mitteln wird angegeben, dass sie in bestimmten Gaben die Pilze tödten, und man schliesst diess daraus, weil die Hefenwirkung aufhört.

Diese Angaben sind nicht gerechtfertigt. Wenn durch einen gewissen Temperaturgrad oder eine chemische Verbindung oder durch Wasserentziehung die Wirksamkeit einer Hefe aufgehoben wird, so ist damit noch nicht ihre Wachsthums- und Vermehrungsfähigkeit vernichtet, und wenn diese gleichfalls durch das antiseptische Verfahren zerstört wird, so ist damit noch nicht die Lebensfähigkeit aufgehoben. Die Versuche haben nämlich gezeigt, dass ein nachtheiliger Einfluss, welchen man allmählich steigert, zuerst die Gährung, dann bei stärkerer Einwirkung die Ernährung, bei noch stärkerer Einwirkung die rückgängige Lebensthätigkeit einer Hefe unterbricht und erst später auch die Lebensfähigkeit selbst zu Grunde richtet. Die Unterscheidung der verschiedenen Zustände und Functionen ist daher praktisch von der grössten Wichtigkeit; ich werde bei Besprechung der antiseptischen und Desinfections-Mittel hierauf zurückzukommen Gelegenheit haben.

Die Bedingungen, welche auf die verschiedenen Zustände und Functionen der niederen Pilze Einfluss haben, können unter folgende allgemeine Gesichtspunkte gebracht werden: 1) die Nährstoffe, 2) der Sauerstoff, 3) das Wasser, 4) die im Wasser löslichen Stoffe, welche nicht Nährstoffe sind, 5) die Temperatur, 6) die niederen Pilze selbst, die andern Gruppen angehören.

1) Die Nährstoffe machen, indem aus ihnen Pflanzensubstanz gebildet wird, das Wachsthum und die Vermehrung möglich. Wie alle Gewächse bedürfen die Pilze gewisser Mineralstoffe; sie finden dieselben in den Salzen, welche Schwefel, Phosphor, Kali und Magnesia enthalten. Ausserdem haben sie organische Verbindungen nöthig, welche Kohlenstoff und Stickstoff enthalten, und unterscheiden sich dadurch von allen grünen Pflanzen, welche diese Verbindungen aus Kohlensäure, Ammoniak und Wasser zu bilden vermögen.

Die Pilze kommen daher nur da vor, wo sich Reste von vegetabilischen und thierischen Stoffen befinden, die nicht oder nicht voll-

ständig durch Zersetzung zerstört worden sind. Zu den besten Nährstoffen gehört unter den stickstofflosen Substanzen der Zucker, unter den stickstoffhaltigen die den Albuminaten am nächsten stehenden diosmirenden (durch Membranen durchgehenden) Verbindungen.

2) Der freie Sauerstoff ist wahrscheinlich nie eigentlicher Nährstoff, aber er befördert ungemein das Wachsthum. Er kann unter allen Pflanzen nur von den Spross- und Spaltpilzen ohne erheblichen Nachtheil entbehrt werden, insofern dieselben eine gute Nahrung finden und Hefenwirkung ausüben. Unter ungünstigen Verhältnissen aber bedürfen die Hefenpilze freien Sauerstoffs zum Wachsthum; die Schimmelpilze haben ihn unter allen Umständen nöthig. Es vermögen daher wohl die meisten vegetabilischen und thierischen Flüssigkeiten und Gewebe, wenn man sie luftdicht abschliesst, zu faulen oder zu gähren, aber nie zu schimmeln.

3) Das Wasser ist für die Pilze nicht selbst Nahrung, aber Träger der Nährstoffe und Vermittler aller chemischen Processe. Dasselbe kann ihnen ohne Nachtheil für ihre Lebensfähigkeit entzogen werden. Darin macht sich ein bemerkenswerther Unterschied geltend zwischen den niederen Pilzen und den höheren Pflanzen. Die letzteren sterben, wenn sie vertrocknen; nur besonders dazu vorbereitete Theile, wie die Samen und der Blüthenstaub, ertragen das Austrocknen ohne Nachtheil, oft selbst während einer langen Zeitdauer.

Die niederen Pilze verhalten sich gleichsam wie die Samen der höheren Pflanzen. Austrocknen tödtet sie nicht, conservirt sie vielmehr; die Lebensfunctionen stehen im trocknen Zustande bloss still (latentes Leben), beginnen aber wieder, sobald die Zellen das nöthige Wasser finden. — Das Vermögen, einzutrocknen und mit dem Befeuchten wieder aufzuleben, kommt den niederen Pilzen um so vollständiger zu, je kleiner sie sind, in vorzüglichstem Grade den Spaltpilzen, welche ohne Zweifel Jahrhunderte, selbst Jahrtausende lang in lufttrocknem Zustande lebensfähig bleiben.

Partielles Austrocknen der Pilze veranlasst zuweilen die Bildung von Ruhesporen (bei Spross- und Schimmelpilzen, vielleicht auch bei Spaltpilzen). — Wenn die Pilze im Wasser ohne Nährstoffe sich befinden, so verbrauchen sie die aufgehäuften organischen Verbindungen, erschöpfen sich und sterben.

4) Die in Wasser löslichen Stoffe, die nicht als Nahrung dienen, spielen eine wichtige Rolle im Leben der niederen

Pilze. Wahrscheinlich können wir von allen (mit Ausnahme des Sauerstoffs) sagen, dass sie das Wachsthum und die Hefenwirksamkeit der Pilze durch ihre Anwesenheit schwächen, also eigentlich wie Gifte wirken, und zwar um so mehr, in je grösserer Menge sie vorhanden sind. Aber der schädliche Einfluss ist sehr ungleich, indem die einen schon in den allerkleinsten, die andern erst in sehr grossen Gaben als Gifte sich bemerkbar machen.

Bei den Pilzen, denen Hefenwirkung zukommt, zeigt sich die angegebene Erscheinung in charakteristischer Weise darin, dass die sich anhäufenden Zersetzungsproducte, wenn sie nicht sehr flüchtig sind und entweichen, die Zersetzungstüchtigkeit und die Vermehrungsfähigkeit der Zellen nach und nach vernichten. Desswegen kann in einer Lösung, in welcher Milchsäuregährung oder weingeistige Gährung stattfindet, der Gehalt an Milchsäure oder Alkohol nur bis zu einer bestimmten Menge steigen; die Zersetzung hört auf, wenn nicht die erstere durch kohlensauren Kalk gebunden, der letztere durch Verdampfung oder Essigbildung entfernt wird.

Auch alle Nährstoffe wirken, soweit sie im Ueberschuss d. h. über eine bestimmte Concentration hinaus vorhanden sind, nicht mehr als Nährstoffe, sondern schädlich. In den besten Nährlösungen kann man die Hefenwirksamkeit oder das Wachsthum der niederen Pilze durch hinreichenden Zusatz von Zucker unterbrechen.

Die Wirkung der nicht nährenden Stoffe erklärt uns die Erscheinungen, die wir bei theilweisem Eintrocknen einer organischen Masse beobachten. In einer nassen oder feuchten Substanz (Fleisch, Brod etc.) ist es die darin enthaltene Nährlösung, welche das Wachsthum der Pilze möglich macht. Lässt man die Substanz langsam eintrocknen, so wird die Lösung durch Verdunsten des Wassers concentrirter und es treten nach und nach solche Concentrationsgrade ein, bei denen die verschiedenen Functionen der verschiedenen Pilze aufhören. — Frisches Fleisch fault durch Spaltpilze; trocknet man es bis auf einen gewissen Grad aus, so kann es bloss noch schimmeln. Dieser Zustand wird schon bei geringerer Wasserentziehung erreicht, wenn man einen Theil der Fleischflüssigkeit durch Kochsalz ersetzt (Einsalzen), und bei noch geringerer, wenn man zu der Wirkung des Kochsalzes noch diejenige der Karbolsäure hinzufügt (Räuchern.)

Das theilweise oder vollständige Austrocknen hat für das Conserviren von Lebensmitteln und für die Desinfection eine grosse Be-

deutung. Eine genaue Kenntniss der Wirkung, welche Wasserentziehung im Substrat auf die niederen Pilze ausübt, erlaubt auch, uns eine Vorstellung über die Vorgänge zu machen, welche in dem verunreinigten Boden vor sich gehen.

5) Die Temperatur wirkt, wie auf alle Pflanzen, so auch auf die niederen Pilze im Allgemeinen derart, dass mit dem Sinken derselben die Lebensvorgänge schwächer oder langsamer werden und selbst aufhören. Sie steigern sich mit der Erhöhung der Temperatur bis zu einem Maximum und hören bei geringer Erwärmung über dieses Maximum ziemlich plötzlich auf. Das Maximum liegt unter übrigens gleichen Umständen für jeden Pilz und für jede Function bei einem andern Temperaturgrad. Bei allmählicher Temperaturerhöhung wird zuerst der Punkt erreicht, wo die Hefenwirksamkeit, dann bald derjenige, wo Wachsthum und Vermehrung unmöglich werden. Bei ziemlich höherer Temperatur werden die Pilze im feuchten Zustande, bei noch viel höherer die nämlichen Pilze im trocknen Zustande getödtet. — Durch Frost dagegen wird wohl nie das Leben der niederen Pilze vernichtet. Nur hört im Eise das thätige Leben auf.

Während die Wärme einen so gewaltigen Einfluss auf das Leben der niederen Pilze ausübt, ist das Licht, ohne welches fast alle andern Pflanzen nicht wachsen können, nahezu wirkungslos; im Licht und in der Dunkelheit sind die Lebensvorgänge scheinbar ganz gleich. Die grünen Pflanzen bedürfen bekanntlich des Lichtes, um aus Wasser und Kohlensäure den Zucker und andere Kohlenhydrate zu bereiten, — ein chemischer Process, dessen die Pilze nicht fähig sind.

Die aufgezählten äusseren Bedingungen (Nährstoffe, Sauerstoff, Wasser, lösliche nicht nährende Stoffe, Temperatur) sind immer alle zugleich zu berücksichtigen. So viele Angaben über das Leben der niederen Pilze haben keinen Werth, weil sie nur einen oder wenigstens nicht alle Punkte ins Auge fassen. So verhält es sich z. B. mit der Angabe, „dass die Spaltpilze bei 70° C. getödtet werden“, ohne nähere Bezeichnung der Nährlösung; denn man kann die Nährlösung so herstellen, dass bei irgend einem Temperaturgrad zwischen 30 und 110° die Tödtung der Spaltpilze innerhalb einer bestimmten Zeit erfolgt. Die Angabe, dass die Sprosspilze ohne Sauerstoff wachsen, ist werthlos, weil es von allen andern Umständen abhängt, ob dies möglich oder unmöglich ist.

6) Zu den äusseren Bedingungen, welche auf die Lebenserscheinungen

der niederen Pilze Einfluss haben, gehört noch eine, die bis jetzt fast gar nie berücksichtigt wurde, und ohne deren Kenntniss eine Menge von Thatsachen ganz unerklärlich oder einer Missdeutung fähig wird. Es ist die Mitwirkung von Pilzen aus andern Gruppen, die auf analoge Lebensbedingungen angewiesen sind. Der Kampf ums Dasein wird bei den niederen Pilzen eben so heftig und wie der Erfolg zeigt, mit viel energischeren Mitteln geführt als bei allen andern Pflanzen.

Man hat früher von den Gewächsen angenommen, dass sie überall da vorkommen, wo Klima und Boden günstig sind, vorausgesetzt, dass einmal Keime dahin gelangten. Man weiss jetzt aber, dass es ebensosehr auf die übrige Vegetation ankommt, dass namentlich die nächst verwandten Pflanzen oft entscheidend einwirken. Viele Arten können an bestimmten Orten nur wachsen, wenn andere Arten der gleichen Gattung fehlen. Die rostige Alpenrose gedeiht auf Kalk sehr gut, aber nur dann, wenn die haarige Alpenrose nicht vorkommt; ist letztere vorhanden, so verdrängt sie die erstere gänzlich. Aehnlich verhält es sich mit den beiden Schlüsselblumen (Primula elatior und P. officinalis) auf mehr und weniger feuchten Standorten, und ebenso mit einer Menge von höheren (phanerogamischen) Pflanzen.

Das gleiche Gezetz beherrscht das Gebiet der niederen Pilze. Eine Gattung, die unter bestimmten Verhältnissen ganz gut gedeiht, wird durch eine andere Gattung, die hier als die bevorzugtere erscheint, verdrängt, — während die erstere unter andern Verhältnissen im Gegentheil die letztere zu verdrängen vermag. Die Nichtbeachtung dieser Thatsache hat eine Menge von irrigen Angaben über die Wirksamkeit der antiseptischen Mittel veranlasst. Ich will, um die Erscheinungen dem Verständnisse näher zu bringen, ein Beispiel anführen.

Wenn man in bestimmte zuckerhaltige Nährlösungen, welche neutral reagiren, Keime der drei niederen Pilzgruppen (Spaltpilze, Sprosspilze und Schimmelpilze) hineinbringt, so vermehren sich nur die Spaltpilze und bewirken Milchsäurebildung. Wenn man aber der nämlichen Nährlösung $\frac{1}{2}$% Weinsäure zusetzt, so vermehren sich bloss die Sprosspilze und verursachen weingeistige Gährung. Bringt man endlich in die gleiche Nährlösung 4 oder 5% Weinsäure, so erhält man bloss Schimmelvegetation.

Wollte man aus diesen Thatsachen, die jedesmal mit vollkommener Sicherheit eintreten, den Schluss ziehen, $\frac{1}{2}$% Säure verhindere die

Spaltpilze, 4—5% Säure verhinderen die Sprosspilze zu wachsen und sich zu vermehren, so wäre diess ganz falsch. Denn was z. B. die Spaltpilze betrifft, so vermehren sich dieselben in der nämlichen Nährflüssigkeit selbst mit $1\frac{1}{2}$% Weinsäure lebhaft, wenn sie nicht von der Sprosshefe verdrängt werden.

Ein anderes Beispiel mag die Thatsache noch in etwas veränderter Weise illustriren. Wenn man frischen oder gekochten, nicht allzu zuckerreichen Traubenmost oder einen andern Fruchtsaft offen stehen lässt, so dass alle möglichen Pilzkeime hineinfallen, so vermehren sich bloss die Sprosspilze und der Most verwandelt sich in Wein. — Nun hört die Vermehrung der Weinhefezellen auf, und andere Keime, die bisher nicht wachsthumsfähig waren, entwickeln sich. Es tritt eine Kahmhaut an der Oberfläche auf, welche den Weingeist zu Essigsäure verbrennt. Ist der Wein zu Essig geworden, so beginnt Schimmelbildung; die Schimmeldecke, welche an die Stelle der Kahmhaut tritt, verzehrt die Säure und macht die Flüssigkeit neutral. Jetzt werden die Spaltpilze existenzfähig; bald wimmelt es von ihnen und es erfolgt Fäulniss.

In diesem Falle folgen 4 Stadien der Pilzbildung auf einander. In jedem wächst und vermehrt sich nur eine Gattung, obgleich zu jeder Zeit die äusseren Bedingungen derart sind, dass sie das Gedeihen aller übrigen erlauben. Man kann in der That in jedem Stadium den natürlichen Process verändern und jeden beliebigen Pilz wachsen lassen, wenn man nach Tödtung aller Pilze ihn allein aussäet.

Die Thatsache der Verdrängung ist bei der Beurtheilung der Versuche, die man mit antiseptischen Mitteln anstellt, wohl zu berücksichtigen. Manches Mittel wirkt, in der Art angewendet, wie es empfohlen wird, nur für den Fall und nur so lange, als bestimmte andere Pilze zugegen sind, und wird mit dem Mangel der letzteren unwirksam.

Es ist übrigens bei der gegenseitigen Verdrängung niederer Pilze noch ein wichtiger Umstand zu beachten, der bloss für diese Pflanzen als Moment bei der Concurrenz zur Geltung kommt, nämlich die Individuenmenge, in der die concurrirenden Gattungen vorhanden sind.

Bei allen andern Pflanzen hat diese Menge entweder keinen Einfluss, oder wenn ein solcher bemerkbar wird, so ist eher diejenige Art begünstigt, welche in geringerer Anzahl den Kampf beginnt, weil die in grosser Menge vorhandene Art durch starken Verbrauch der ihr

zusagenden Nährstoffe die Bedingungen für sich selber ungünstiger gestaltet hat. — Doch ist dieser Einfluss von geringerer Bedeutung; im Allgemeinen ist das Resultat beim Kampfe ums Dasein unabhängig von der Zahl der Kämpfer. Wächst auch nur ein einziger Keim einer Art unter Millionen Individuen einer andern Art auf, so gewinnen seine Nachkommen die ihrer Natur zukommende numerische Vertretung in der Vegetation.

Ganz anders verhalten sich die Hefenpilze; bei ihnen ist in vielen Fällen diejenige Gattung im Vortheil, welche von Anfang an die Concurrenz in grösserer Individuenzahl beginnt; oft vermag sie sogar nur unter dieser Bedingung die andere vollständig zu verdrängen. Diese bemerkenswerthe Thatsache, ohne welche namentlich auch das Verständniss, wie die Pilze im menschlichen und thierischen Organismus sich verhalten, unmöglich ist, findet ihre Erklärung in der Physiologie der Gährung; sie mag durch folgendes Beispiel erläutert werden.

Wenn man in eine neutrale zuckerhaltige Nährlösung äusserst geringe Mengen (Spuren) von Spalt- und Sprosspilzen aussäet, so erhält man immer eine sehr starke Vermehrung von Spaltpilzen meist mit Milchsäurebildung. Die Sprosspilze werden entweder sogleich vollständig verdrängt, oder es tritt diese vollständige Verdrängung sicher ein, wenn man ein zweites Glas mit einer Spur Flüssigkeit des ersteren infizirt; die Hefe besteht nunmehr bloss aus Spaltpilzen. — Bringt man dagegen in die nämliche Nährlösung neben einer Spur von Spaltpilzen eine etwas grössere Menge von Sprosspilzen, so verdrängen die letzteren ihrerseits die Spaltpilze vollständig, bald schon beim ersten Versuch, bald erst später in einem zweiten Glas, welches durch das erste, oder in einem dritten, welches durch das zweite infizirt wird. Man hat zuletzt immer eine ganz reine Zucht von Sprosshefe mit ausschliesslicher Alkoholgährung.

Ich kann hier nicht auf den physiologischen Grund dieser merkwürdigen und den Hefenpilzen allein zukommenden Erscheinung eintreten. Es genügt, sie als bestimmte Thatsache auszusprechen, von der man sich übrigens leicht durch den Versuch überzeugen kann, und welche selbst in dem Betrieb der Bierbrauereien einen bestimmten praktischen Ausdruck gefunden hat.

III.

Gesundheitsschädliche Wirkungen der niederen Pilze.

Die Kenntniss der niederen Pilze, ihrer Wirkungsweise und ihrer Lebensweise hat verschiedene wichtige Anwendungen. Einmal handelt es sich darum, ihr Gährvermögen uns dienstbar zu machen und die Producte ihrer Wirksamkeit zu gewinnen: Wein, Bier, Weingeist, Essig, Milchsäure; ein andermal, sie unwirksam zu machen und organische Substanzen, besonders Lebensmittel vor Zersetzung zu schützen und zu conserviren. Die wichtigste Anwendung aber besteht in der Abwehr der schädlichen Wirkungen, welche die niederen Pilze nach der immer mehr sich verbreitenden Ueberzeugung bei vielen Krankheiten im menschlichen Organismus ausüben und durch welche auch Luft, Wasser und Boden verdorben und Gegenden, Ortschaften und Wohnungen ungesund werden.

Rücksichtlich der erstgenannten Anwendungen hat eine Erfahrung von Jahrhunderten im Allgemeinen das zweckmässige Verfahren festgestellt. Die Lehre von der gesundheitsschädlichen Wirkung der niederen Pilze dagegen ist eine noch ganz junge Wissenschaft, welche sich auf einem viel verwickelteren Gebiete bewegt, und der bis jetzt weder ausreichende Erfahrungen noch genügende wissenschaftliche Einsicht zu Gebote standen. Es ist in dieser Lehre noch beinahe Alles zweifelhaft und bestritten, da weder die Physiologie der Pilze, noch pathologisch festgestellte Thatsachen sichere Anhaltspunkte boten. Die entgegengesetztesten Ansichten machen sich anscheinend mit dem gleichen Rechte geltend, wobei man die Rolle, welche die Pilze vollführen sollen, nach Belieben sich ausdenkt. Die in neuester Zeit gewonnenen Resultate über das Verhalten der niederen Pilze und eine richtigere Würdigung der schon früher bekannten Thatsachen gestatten nun die Hypothesen wenigstens einigermassen in bestimmter Weise zu beschränken.

Die allgemeine Frage ist die: Welche Rolle spielen die niederen Pilze, wenn sie in den menschlichen Organismus gelangen, bei dem Ausbruch und dem Verlaufe der Krankheiten? Es scheint mir zweckmässig, diese Frage voranzustellen, weil sie wenigstens in einer allgemeinen Beziehung eine exacte Lösung erlaubt, obgleich ihre Beantwortung in den Einzelheiten von allen folgenden Erörterungen bedingt ist.

Jede wissenschaftliche Frage kann von zwei Seiten angefasst werden, von Seite der thatsächlichen Erfahrung und von Seite der wissenschaftlichen Theorie, welche die logischen Folgerungen aus anderweitig sicher ermittelten Thatsachen und Gesetzen zieht. Nur soweit beide übereinstimmen, haben wir die volle Gewissheit erlangt.

Berücksichtigen wir zuerst den Stand der Erfahrung, so lässt uns dieselbe gänzlich im Stich, insofern als die beobachteten Erscheinungen von den Pathologen in der verschiedensten Weise gedeutet werden. Die einen weisen darauf hin, dass in gewissen Krankheiten (besonders bei der Diphtherie, beim Milzbrand, bei recurrirendem Fieber) immer Pilze auftreten; die andern, dass bei den übrigen Krankheiten die Pilze bald gar nicht, bald in grösserer oder geringerer Menge beobachtet wurden. Daraus wird denn von einer extremen Ansicht die Behauptung abgeleitet, nicht nur dass die Ansteckungskrankheiten überhaupt durch Pilze erzeugt werden, sondern auch dass selbst jede einzelne derselben ihren spezifischen Pilz habe, während von einer andern extremen Ansicht der Satz verfochten wird, dass die Pilze bei keiner Krankheit als ursächliches Moment, sondern bloss als eine meist zufällige Folge der Erkrankung zu betrachten seien. Ich glaube nicht, dass von Seite der Erfahrung jetzt überhaupt eine sichere Entscheidung in der menschlichen und thierischen Pathologie möglich ist.

Es darf hier vielleicht erwähnt werden, dass vor nicht langer Zeit die nämliche Frage in der Pathologie der Pflanzen ebenfalls noch streitig war. Von einer (vorzüglich von botanischer) Seite wurde angenommen, die Schimmelpilze seien die Ursache von verschiedenen Krankheiten der Kulturpflanzen (Kartoffel, Weinrebe, Getreide, Obstbäume etc.); von anderer (namentlich agrikulturchemischer) Seite dagegen wurde behauptet, die Krankheiten seien Folge mangelhafter Ernährung, und die Pilze siedelten sich in der erkrankten Pflanzensubstanz bloss wie auf einer andern organischen Unterlage an; die Pilze erzeugten also nicht die Krankheit, sondern die Krankheit erzeuge vielmehr die Pilze.

Erst in neuerer Zeit hat die Erfahrung für wenige Fälle eine wirkliche Entscheidung gebracht. Es wurde nämlich nachgewiesen, dass es Pilze mit regelmässig wechselnden Generationen giebt, die auf verschiedenen Pflanzen leben (heteröcische P.). Ein solcher Pilz verursacht den Rost des Getreides; der gewöhnliche Rostpilz des Getreides lebt während kurzer Zeit des Jahres auf den Blättern des Berberitzenstrauches (andere Rostpilze auf den Blättern des Faulbaumes, Rhamnus). Wenn in einer Gegend, deren Getreidefelder bisher von der Rostkrankheit heimgesucht waren, die Berberitzensträucher ausgerottet werden, so verschwindet auch die Krankheit. — In der nördlichen Schweiz wurde in letzter Zeit die Aufmerksamkeit auf eine Krankheit der Birnbäume gelenkt, welche zuerst unfruchtbar werden und zuletzt ganz zu Grunde gehen. Diese kranken Obstbäume sind von einem Pilz (Gitterrost, Roestelia) befallen, der in einer andern Generation (Podisoma) auf Hecken vom Sadebaum (Sevi, Juniperus Sabina) lebt. Ueberall, wo die Sadebaumhecken entfernt wurden, sind die Obstbäume seitdem gesund.

Diese Beispiele zeigen unwiderleglich, dass der Pilz die Ursache der Krankheit ist. Wäre er bloss die Folge derselben, so müsste die Krankheit auch ohne Pilz eintreten, da, wo die Kulturpflanzen dazu disponirt sind. Es beweist dies aber noch nichts für die pathologischen Erscheinungen im Menschen; wir sehen daraus bloss die Möglichkeit, dass überhaupt ein Organismus durch die Einwirkung der niederen Pilze erkranken kann.

Da die Erfahrung nichts Sicheres über die Betheiligung der Pilze bei den menschlichen Krankheiten an die Hand giebt, so sind wir zur Orientirung vorerst lediglich an die Folgerungen der wissenschaftlichen Theorie gewiesen. Dabei dürfen wir aber nicht etwa von zweifelhaften Hypothesen und Meinungen, sondern bloss von sicheren Thatsachen ausgehen. Die Frage stellt sich demnach so: Was muss erfolgen, wenn die niederen Pilze in den menschlichen oder thierischen Organismus gelangen? Die Erkenntniss der Lebensbedingungen der niederen Pilze, die ich im vorhergehenden Kapitel übersichtlich dargelegt habe, ist durch Versuche so weit fortgeschritten, dass wir für viele Fälle mit absoluter Sicherheit, für andere mit grosser Wahrscheinlichkeit die Antwort aussprechen können.

Wenn niedere Pilze in den menschlichen Körper gelangen, so treten sie in Concurrenz mit den lebenden Zellen desselben. Es be-

ginnt ein Kampf ums Dasein in ganz ähnlicher Weise, wie er in einer Nährlösung zwischen zwei verschiedenen Pilzgattungen geführt wird. Im letzteren Falle handelt es sich darum, welcher von den beiden Pilzen die Nährflüssigkeit zu beherrschen, aus derselben die Nährstoffe zu entziehen und sie zu zersetzen vermag. Im ersteren Falle kommt es ebenfalls darauf an, ob die Lebenskräfte im Organismus oder die Kräfte des eingedrungenen Pilzes die Flüssigkeiten zu beherrschen, aus ihnen Nahrungsstoffe zu entnehmen und in ihnen die entsprechenden Umsetzungen zu bewirken vermögen. Im Allgemeinen wird der menschliche Organismus obsiegen, wenn in demselben die Verhältnisse normal sind, weil er zu diesem Zwecke angepasst ist. Wenn aber zeit- und stellenweise Störungen entstehen und die Lebenskräfte herabgestimmt werden, so kann ein Grad der Schwächung erfolgen, bei dem die Pilze die Oberherrschaft gewinnen und mehr oder weniger bedeutende krankhafte Affectionen verursachen, welche ohne die Pilze nicht eingetreten wären.

Man darf dagegen nicht etwa einwenden, dies stimme nicht mit der Erfahrung, welche zeige, dass oft ganz gesunde Personen erkranken, während schwache Individuen gesund bleiben. Ein kräftiger, sich gesund fühlender Mensch ist desswegen nicht in allen Theilen normal beschaffen; in einem so complizirten Organismus wie der menschliche kann ein bestimmtes Organ, eine bestimmte Function schon ziemlich verändert sein, ohne dass die Kraftfülle des Ganzen eine Verminderung zeigt. In schwächlichen Personen dagegen können alle einzelnen Functionen sich ziemlich normal verhalten. Im Allgemeinen werden die krankhaften Affectionen, welche die Pilze unmittelbar verursachen, lokal sehr beschränkt sein. Denn ein Mensch, in welchem alle Organe und alle Functionen so herabgestimmt wären, dass ihnen gegenüber die Pilze als die stärkeren sich geltend machen könnten, wäre in der That ein halbtodter, ein sterbender Organismus.

Uebrigens setzt der Sieg der Pilze über die Lebenskräfte des menschlichen Organismus nicht einmal eine Schwächung der letzteren voraus, sondern nur eine solche Veränderung der chemischen Beschaffenheit, dass die Pilze nun die stärkeren werden. Diese Veränderung kann selbst eine günstige für den Organismus sein und eine kräftigere Constitution desselben bedingen. Ich werde hierauf später zurückkommen.

Es handelt sich nun darum, aus dem Verhalten der verschiedenen

Pilzgruppen einen Schluss auf 'die Wirkung zu ziehen, welche sie im menschlichen Körper vollbringen können. Was zuerst die Schimmelpilze betrifft, so kommen dieselben bekanntlich fast immer an manchen Schleimhäuten des lebenden Organismus vor, und man könnte vermuthen, dass sie auch Störungen im Innern der Gewebe veranlassen, um so mehr als sie allein im Pflanzenreiche die Ursache der Krankheiten sind. Dennoch ist es zum voraus ganz unwahrscheinlich, dass dieselben dem thierischen und menschlichen Organismus irgend welche Gefahr bringen.

Es giebt dafür zwei Gründe. Der erste ist der, dass die Schimmelfäden nur leben können, wenn ihnen freier Sauerstoff zur Verfügung steht. Man findet sie daher nur an der äusseren Oberfläche (so z. B. auf der Kopfhaut, ferner bei manchen Hautausschlägen) und an der Oberfläche von Höhlungen (Mund und Nasenhöhle, Magen und Darmkanal), wo Luft zutritt. Der andere Grund ist der, dass die Schimmelpilze mit ihrer langsamen und trägen Vegetation wohl einem Pflanzengewebe gegenüber, das die gleiche Beschaffenheit hat und oft schon alt und lebensschwach ist, die stärkeren sein können, dass sie aber in Concurrenz mit dem viel energischeren Chemismus des menschlichen und thierischen Organismus nothwendig unterliegen müssen.

Diese Ursachen machen es denn auch ganz erklärlich, dass man Schimmelfäden in der Regel weder innerhalb der Gewebe, noch in geschlossenen Höhlungen des Körpers findet. Die Thatsache aber, dass man sie nicht findet, ist hier ganz entscheidend, weil die Pilzfäden so charakteristisch sind, dass man sie, wenn sie vorhanden wären, unmöglich übersehen könnte.

Man kann daher die Schimmelpilze als durchaus ungefährlich bezeichnen. Schimmelfäden oder Sporen, die mit Speisen und Getränken in den Magen kommen, finden daselbst zwar die nothdürftigen Bedingungen, um sich zu entwickeln, allein die Entwicklung geschieht so langsam und die Wirkung, welche eine Schimmelvegetation ausübt, ist so unbedeutend, dass auch nicht die geringsten nachtheiligen Folgen möglich sind. Ueberdies befindet sich an der Schleimhaut des gesundesten Speisekanals bereits eine unschädliche Schimmelvegetation, welche acclimatisirt ist, und neben welcher eine andere nicht aufkommen kann.

Nur wenn sporentragende Schimmel in grossen Mengen (mit ganz verschimmelten Speisen) in den Magen gebracht werden, so wirken sie

schädlich, aber nicht als Vegetation durch Zersetzung, sondern als Nahrung oder vielmehr als Gift durch die in den Sporen enthaltenen Substanzen. Uebrigens verursachen ziemliche Mengen von Schimmelsporen noch keine Beschwerden, wie der Genuss des Roquefortkäses beweist. — Die im Speisekanal vegetirenden Schimmelpilze aber erzeugen selbst keine Sporen.

Die Sporen der Schimmelpilze gelangen mit der eingeathmeten Luft fortwährend auch in die Luftwege bis in die Lungenalveolen. Sie können es hier ebenfalls nur zu einer spärlichen und unschädlichen Vegetation bringen; ich werde beim Eintritt der Infectionsstoffe in den Körper noch ausführlicher über diesen Punkt sprechen.

Was die Sprosspilze betrifft, so sind dieselben noch viel weniger im Stande, in die Gewebe einzudringen, als die Schimmelpilze. Und wenn es ihnen auch einmal durch Zufall gelingen sollte, so mangelt ihnen daselbst der Boden für ihre Wirksamkeit, da sie nur Zucker in Weingeist und Kohlensäure zerlegen und da die zuckerreichen sauren Flüssigkeiten, wie sie in den Früchten vorkommen, im thierischen und menschlichen Organismus mangeln. Es fehlt ihnen selbst die Möglichkeit zu wachsen und sich zu vermehren, da sie dazu in einer nicht zuckerhaltigen Flüssigkeit des freien Sauerstoffs bedürfen, den sie hier nicht finden.

Dagegen kommen die Sprosspilze nicht selten mit Speisen und Getränken in den Magen. Wenn sich in dessen Inhalt, wie ja das in Folge der vegetabilischen Nahrung gewöhnlich der Fall ist, Zucker befindet, so haben sie Alles, was sie zum Wachsthum und zur Gährwirksamkeit brauchen. Die Säure der Magenflüssigkeit ist ihrer Vegetation nicht hinderlich; sie kann ihr sogar förderlich sein, insofern es sich um die Concurrenz der Spaltpilze handelt, da nur saure Zuckerlösungen in freiwillige Weingeistgährung (durch Sprosspilze) gerathen, indess die wenig oder nicht sauren in Milchsäurebildung (durch Spaltpilze) übergehen. So verwandelt sich der Zucker der Feigen und Melonen, ausnahmsweise unter den Früchten, nicht in Weingeist, sondern in Milchsäure.

Das Obst kann daher, da auf der Oberhaut desselben immer Sprosspilze sich befinden, in der günstigen Temperatur des Magens die allerersten Stadien der Gährung durchlaufen. Dies mag mit ein Grund sein, warum das gekochte Obst besonders einem schwachen Magen zuträglicher ist, als das rohe. Wenn Weinmost oder Frucht-

säfte zu gähren angefangen haben, in welchem Falle bereits ziemlich reichliche Sprosshefe vorhanden ist, so dauert die Gährung im Magen und Darmkanal einige Zeit fort. Es entwickelt sich nachhaltig Kohlensäure und der Genuss von gährendem Most (Sauser in der Schweiz) oder von Zuckerwasser mit etwas Bierhefe kann, wenn eine Kohlensäurekur angezeigt ist, als das rationellste Mittel empfohlen werden, da die langsame Entwicklung von Kohlensäure einige Zeit andauert. Dabei ist indess je nach dem Stadium des Gährungsprocesses auch die Wirkung des Alkohols zu berücksichtigen [1]).

Die Sprosshefezellen können aber im Magen und im Darmkanale nur geringe Vermehrung zeigen; auch wird ihre Thätigkeit bald schwächer und hört dann ganz auf, weil mit dem Verweilen die Lebensverhältnisse sich immer ungünstiger gestalten. Ihre Anwesenheit bedingt also nie eine ernste Gefahr, wie sie durch übermässige Alkohol- und Kohlensäurebildung geboten wäre, und eine andere Zersetzung wird durch die Sprosspilze nicht verursacht.

Die Sprosspilze gelangen auch in die Luft und können mit den übrigen Staubtheilchen der Luft eingeathmet werden. Sie sind aber in den Athmungsorganen durchaus harmlos.

Wenn unter den niederen Pilzen gesundheitsschädliche Wesen vorkommen, so sind es, wie aus dem bisher Gesagten folgt, nur die Spaltpilze; — und alle übrigen Pilze könnten, abgesehen von den giftigen Stoffen, die sie allenfalls enthalten, nur dann gefährlich werden, wenn entsprechend den Behauptungen einiger Botaniker Spaltpilze aus ihnen entständen. Diese Behauptungen beruhen aber, wie bereits dargethan wurde, auf mangelhaften und ungenauen Beobachtungen und sind durchaus irrthümlich (S. 16).

Um nun die dunkle Frage, ob und in welcher Weise die Spaltpilze der menschlichen Gesundheit Gefahr bringen, etwas aufzuhellen, müssen wir dieselbe von verschiedenen Seiten beleuchten. Zunächst ist es von Wichtigkeit, im Allgemeinen und abgesehen von bestimmten Fällen zu erörtern, welche Folgerungen zum voraus aus der Natur der Spaltpilze und ihrer Concurrenz im menschlichen Körper sich ergeben.

Nach Allem, was über die Natur der Spaltpilze bekannt ist, werden dieselben durch ihre verschiedenen Eigenschaften vollkommen zu der

1) Zur Kohlensäurekur ohne Alkoholwirkung müssten Most oder Fruchtsaft im ersten Beginn der Gährung oder Zuckerwasser mit Hefe benützt werden.

verderblichen Function befähigt, den thierischen oder menschlichen Organismus krank zu machen. Sie können, wie ich später zeigen werde, überall im Körper in alle noch so entlegenen und verborgenen Gewebe gelangen. Sie können, was die Nährstoffe betrifft, überall im Körper auch bei Ausschluss von freiem Sauerstoff gedeihen. Die Temperatur, die sie da antreffen, ist die ihnen am meisten zusagende, bei der sie am üppigsten sich vermehren und am kräftigsten Zersetzungen veranlassen. Die Spaltpilze haben unter den Pilzen weitaus die lebhafteste Vegetation; sie vermehren bei Körpertemperatur ihre Substanz und ihre Zahl in 20 bis 25 Minuten auf das Doppelte und besitzen eine den Infusorien ähnliche Bewegung. Sie greifen die organischen Stoffe viel energischer an als alle andern Pilze. Sie haben daher unter allen vegetabilischen Gebilden am meisten Aussicht auf Erfolg, wenn sie mit thierischen Zellen in Concurrenz treten.

Es besteht somit im menschlichen Körper immer ein Kampf zwischen den eingedrungenen Spaltpilzen und den Lebenskräften. Nur in Höhlungen, Flüssigkeiten und festen Massen, wo die Lebenskräfte unwirksam sind, wie im Darmkanal, ferner in abgestorbenen und krankhaft stark affizirten Theilen können die Spaltpilze, weil eine Concurrenz nicht besteht, sich jederzeit entsprechend den gegebenen Ernährungsverhältnissen vermehren, und man findet sie dem entsprechend daselbst in grösserer oder geringerer Menge.

In allen übrigen Theilen kommt es auf die Stärke der Concurrenten an, somit vorzüglich auf die grössere oder geringere Widerstandsfähigkeit des menschlichen Organismus. Die Concurrenz besteht darin, dass die Spaltpilze den Flüssigkeiten des Körpers gewisse lösliche Stoffe zu ihrer Nahrung zu entziehen oder vermöge ihres Chemismus zu zersetzen versuchen, während die Lebenskräfte diese Stoffe in anderer Weise in Anspruch nehmen. Die Stoffe aber folgen selbstverständlich dem stärkeren Zuge und die Concurrenz entscheidet sich immer zu Gunsten derjenigen Partei, welche eine Flüssigkeit mit stärkeren Molekularkräften zu beherrschen vermag. — Da es sich um molekulare Anziehungen handelt, so erstreckt sich die Machtsphäre der Pilzzellen sowie der Körperelemente nur auf sehr geringe Entfernung. Für die Pilzzellen glaube ich dieselben nahezu auf $\frac{1}{10}$ Millimeter anschlagen zu dürfen.

Bei diesem Kampfe wirken, wie ich früher zeigte, abgesehen von der Lebensenergie, wesentlich zwei Umstände entscheidend mit, die

Zahl der Concurrenten und die anderweitigen äusseren Umstände, namentlich die Anwesenheit von löslichen nicht nährenden Stoffen. Was die Einheiten betrifft, welche von Seite des menschlichen Organismus bei dem Kampfe mitwirken, so ist die Zahl derselben natürlich constant, und nur die Lebensenergie derselben variirt. Aber die Zahl der eingedrungenen Spaltpilze kann sehr ungleich sein und es muss daher nicht selten vorkommen, dass eine Stelle den Angriffen weniger Pilze siegreich widersteht, während sie einer grösseren Zahl derselben erliegt.

Dies ist ein sehr wichtiger Umstand, ohne dessen Berücksichtigung viele Erscheinungen unverständlich sind. Er erklärt z. B., wie ich später zeigen werde, die Wirkung des Bodens bei Cholera und Typhus und ist hier so unerlässlich, dass ich, ehe ich durch Versuche auf das entscheidende Gesetz geführt worden war, an der Betheiligung der Pilze bei den Krankheiten überhaupt zweifelte.

Ich urtheilte nämlich früher, wie es wohl jeder Physiolog, der das Gesetz nicht kennt, auch jetzt noch zu thun geneigt sein wird, folgendermassen. Es genügt, dass ein einziger Spaltpilz oder einige wenige in den menschlichen Organismus und in demselben an eine Stelle gelangen, wo sie leben können. Wegen ihrer raschen Vermehrung werden sie bald zu ungeheurer Menge anwachsen und die verheerendsten Wirkungen vollbringen. Aus einem einzigen Pilz könnten nämlich bei hinreichender Menge von Nährstoffen in 7—8 Stunden über 100000 Pilze entstehen. Es wäre also mit Rücksicht auf das endliche Resultat gleichgültig, ob von aussen wenige oder viele Spaltpilze eindringen[1]; ein disponirtes Individuum müsste immer erliegen, was thatsächlich nicht der Fall ist.

Jene Folgerung ist nun aber unrichtig. Sie gilt bloss für den Fall, dass die ergriffenen Stellen des Organismus ganz widerstandslos sind. Sind sie aber in ihrer Energie bloss geschwächt, so hängt der Ausgang des Kampfes von der Zahl der in einer gegebenen Zeit eindringenden Pilze ab. In geringer Zahl bleiben sie auch den geschwächten Lebenskräften gegenüber unfähig sich zu vermehren und gehen immer wieder ohne nachtheilige Folgen zu Grunde; kommen

1) Gerade so wie es gleichgültig ist, ob in einen Liter Milch einige wenige, oder eine Menge von Spaltpilzen, in ein Fass Weinmost wenige oder viele Sprosspilze gelangen. Die Säuerung der Milch, die Vergährung des Mostes erreicht immer den nämlichen Grad; nur bedarf es dazu einer etwas ungleichen Zeitdauer.

sie aber auf einmal in grösserer Menge an die geschwächte Stelle, so vermögen sie durch vereinte Kraft die Oberhand zu gewinnen und sich zu vermehren; sie werden in Folge dessen auch wirkungsfähig. Wir können wohl sagen, dass es für jeden Gesundheitszustand eines Organs eine bestimmte Zahl von Spaltpilzen giebt, welcher es erliegt, und dass selbst der gesundeste und normalste Organismus durch eine grosse Menge derselben, die man beispielsweise künstlich in sein Blut bringen würde, zu Grunde gehen muss. Dies sind ganz unbestreitbare Folgerungen; sie läugnen wäre nichts anderes als die unhaltbare Behauptung aufstellen, dass es Ursachen ohne Wirkungen gebe.

Die Angabe, dass die Zahl der Spaltpilze bei der Concurrenz entscheidend sei, setzt natürlich ein richtiges Verständniss der Concurrenz voraus. Es wäre z. B. nicht zutreffend, wenn man aus dem Umstande, dass eine diphtheritische Membran, welche aus einer Unzahl von Pilzen besteht, zuweilen nur unbedeutende krankhafte Erscheinungen bewirkt, schliessen wollte, die Menge der Pilze sei überhaupt gleichgültig. Ihre Zahl hat natürlich nur Bedeutung unter der Bedingung, dass alle wirksam sein können. In einer diphtheritischen Membran aber, die aus 1000 Schichten von übereinanderliegenden Spaltpilzen besteht, ist wahrscheinlich nur die einzige innerste Schicht, welche die Schleimhaut berührt, höchstens sind die 2 oder 3 innersten Schichten bei der Concurrenz betheiligt. Die Pilze einer entwickelten, diphtheritischen Membran befinden sich in der Lage einer grossen Armee, die in einem Engpass auf den Feind trifft und somit nur mit einem kleinen Theil der Mannschaft zum Gefecht kommen kann[1]).

Nur in einer Flüssigkeit findet das Gesetz der Zahl seine sichere Anwendung, weil hier alle Individuen an der Concurrenz sich betheiligen können; dabei muss aber selbstverständlich noch vorausgesetzt werden, dass die Pilze, auf die es ankommt, so nahe beisammen sind,

1) Desswegen kann das Wegkratzen einer diphtheritischen Haut, über das die Aerzte übrigens ungleicher Ansicht sind, keinen Erfolg haben. Denn man entfernt eigentlich nur die ungefährliche Masse; es ist unmöglich, die innersten Schichten der Spaltpilze wegzunehmen. Die innerste Schicht ist kaum $\frac{1}{1000}$ Millimeter dick und auf einer Unterlage absolut unsichtbar. Sie adhärirt innig an der Schleimhaut, auf welcher selbst nach der sorgfältigsten Reinigung vielleicht noch an 10 Millionen Spaltpilze für einen Quadratcentimeter Oberfläche zurückbleiben. — Finden beim Wegkratzen des diphtheritischen Beleges Verletzungen der Schleimhaut statt, so können daraus nur nachtheilige Folgen hervorgehen weil an diesen Stellen die Spaltpilze viel energischer eingreifen können.

dass sie einander unterstützen können. Auch bei der Diphtherie wird die Zahl der infizirenden Pilze nicht gleichgültig sein; es kann auf den Erfolg einen entscheidenden Einfluss haben, ob z. B. 6 oder 600 Pilze die Infizirung auf einem Punkte der Schleimhaut versuchen. — Diess gilt bloss für die Erkrankung. Ist dieselbe erfolgt, so hängt der weitere Verlauf von der Energie der Reaction ab, welche nun der angegriffene Organismus zu Stande bringt.

Von eben so grosser Bedeutung wie die Zahl der Concurrenten ist die Anwesenheit von fremden Stoffen. Wie ich früher nachgewiesen, haben nicht nur die Nährstoffe sondern auch alle löslichen Stoffe, die nicht zur Nahrung dienen, Einfluss auf die Concurrenz zwischen Spalt- und Sprosspilzen und entscheiden sehr häufig den Ausgang des Kampfes. In einer neutralen Lösung sind bei gleicher Zahl die Spaltpilze die stärkeren und verdrängen die Sprosspilze. Enthält die Lösung ½ Procent Säure, so kehrt sich das Verhältniss um. Salze haben die gleiche Wirkung wie Säuren; Milch ohne Zusatz oder mit geringeren Mengen von Kochsalz versetzt wird durch Spaltpilze sauer. Beträgt die Menge des darin gelösten Salzes 16 Gramm auf 100 Kubikcentimeter Milch, so bleibt die Säuerung aus. Statt der Spaltpilze vermehren sich die Spross- und Schimmelpilze. Diese fremden, der Nährlösung zugesetzten Stoffe wirken giftig; sie schwächen aber die einen Pilze mehr als die andern, wobei sie je nach ihrer Menge ganz bestimmte Wirkungen ausüben.

Ganz das Nämliche muss bei der Concurrenz zwischen den Zellen eines Organs und den Spaltpilzen eintreten, wenn ein fremder oder giftiger Stoff zugegen ist. Derselbe wird die eine Partei mehr schwächen als die andere und daher die letztere begünstigen. Solche Stoffe, die dem Körper normal nicht angehören, können entweder in demselben entstehen oder von aussen eindringen, sei es für sich allein sei es mit den Spaltpilzen zugleich. Es werden meistens Zersetzungsproducte sein, und zwar Stoffe, die sich entweder bei den verschiedenen Fäulnissprocessen ausserhalb des menschlichen Organismus oder bei Krankheiten in andern Individuen gebildet haben. Es erscheint daher schon zum voraus sehr wahrscheinlich, dass diese Stoffe den Spaltpilzen viel weniger antipathisch sind als dem Organismus, und dass sie in vielen Fällen den Kampf zu Gunsten jener entscheiden.

Ich habe bis jetzt den Organismus, welcher der Concurrenz der Spaltpilze erliegt, um einen kurzen und verständlichen Ausdruck zu

haben, als mit geringerer Lebensenergie begabt, als geschwächt bezeichnet. Es ist diess in sehr vielen Fällen gewiss in der absoluten Weise, wie es eben ausgesprochen wurde, richtig. Im Allgemeinen aber hat es nur relative Gültigkeit; wir dürfen die allgemeine Regel nur so formuliren: Der Organismus erliegt den Spaltpilzen und erkrankt, wenn er denselben gegenüber sich als der schwächere erweist. Dabei kann er in allen übrigen Beziehungen selbst stärker sein, als er es sonst gewöhnlich ist. Dieses eigenthümliche Verhältniss wird am besten klar werden, wenn ich es durch ein Beispiel aus der Concurrenz der Hefenpilze unter einander erläutere.

Es wurde bereits das Verhalten von Sprosspilzen und Spaltpilzen in sauren und neutralen Flüssigkeiten erwähnt. Dasselbe zeigt uns, wenn wir es genauer betrachten, folgende interessante Thatsachen. Wenn die Sprosspilze in einer zuckerhaltigen Nährlösung allein vorhanden sind, so ist ihr Wachsthum bei einem Gehalte von 2 Procent Weinsäure sehr schwach. Es wird stärker, so wie der Procentgehalt an Säure abnimmt, und ist am lebhaftesten in einer vollkommen neutralen Lösung. Sind die Spaltpilze allein vorhanden, so vermehren sie sich in der nämlichen Nährlösung bei einem Gehalte von 2 Procent Säure gar nicht; ihr Wachsthum beginnt bei einem geringeren Säuregehalt langsam und wird lebhafter, je mehr die Lösung sich der neutralen und schwach alkalischen Reaction nähert. Befinden sich von Anfang an Spaltpilze und Sprosspilze neben einander in gleicher und zwar in geringer Menge in der Flüssigkeit, so tritt Folgendes ein. Die Sprosspilze sind die stärkeren, sie vermehren sich allein und verdrängen die Spaltpilze, wenn der Säuregehalt 0,4 Procent oder mehr beträgt. Dagegen sind die Spaltpilze die stärkeren und verdrängen die Sprosspilze, wenn der Säuregehalt 0,2 Procent und weniger beträgt. Die Sprosspilze werden also in einer neutralen oder ganz schwach alkalischen Lösung, in welcher sie, wenn sie allein sind, am lebhaftesten wachsen und sich vermehren, von den Spaltpilzen überwunden, weil diese unter den genannten Verhältnissen eine noch mehr gesteigerte Lebensenergie besitzen.

Das Verhalten der beiden Pilzarten lässt sich durch eine graphische Darstellung am anschaulichsten machen. In Fig. 3 sind die Säuremengen den Abständen ab, ac, ad, ae, af auf der Abscissenaxe proportional, die Höhe der Ordinaten drückt die Energie des Wachsthums aus. Die ausgezogene Kurve P gilt für die Sprosspilze, die punktirte

S für die Spaltpilze. Die Ordinaten auf c sind für beide gleich; von c aus nach rechts sind die Ordinaten der Sprosspilze grösser als

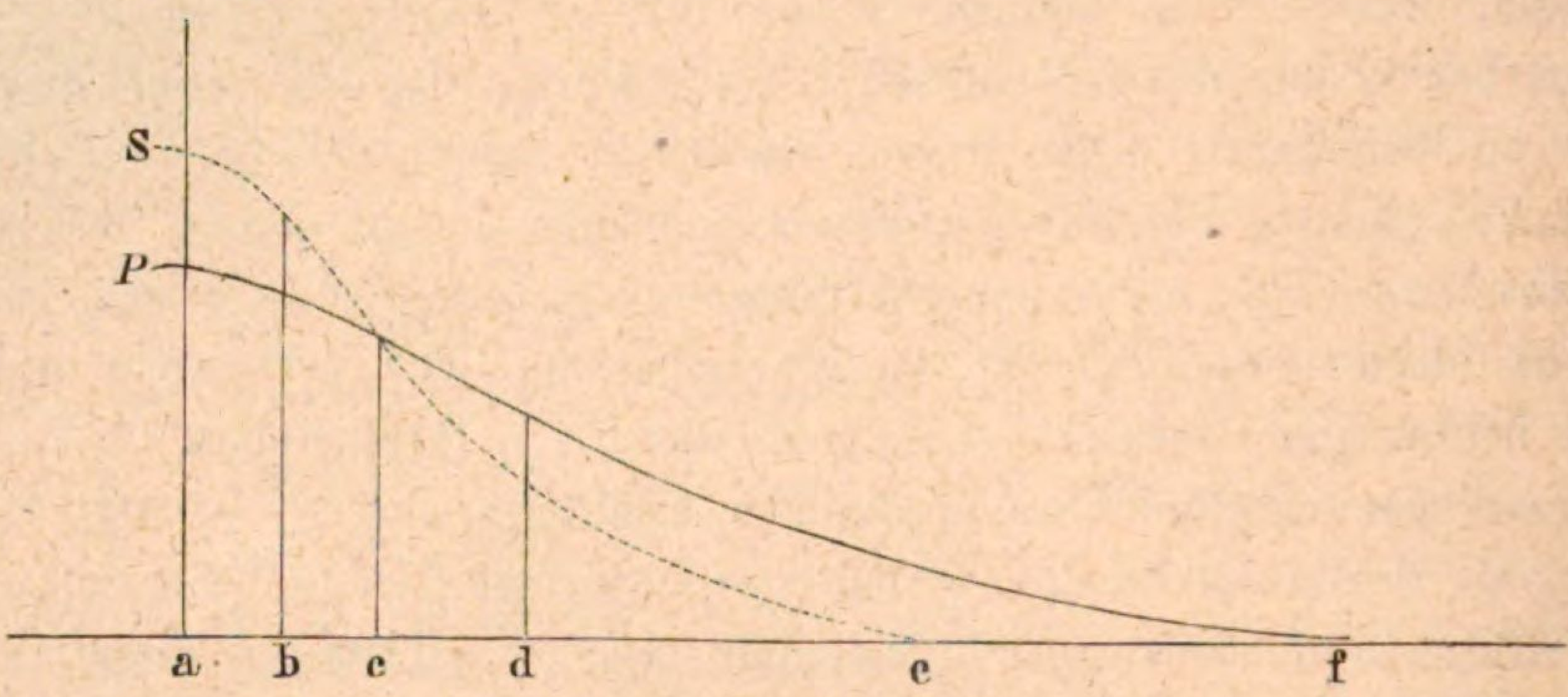


Fig. 3.

die der Spaltpilze, von c aus nach links sind die Ordinaten der Spaltpilze grösser. Beide Kurven erreichen auf a (in der neutralen Lösung) ziemlich ihr Maximum.

Gerade so kann es sich bei der Concurrenz der Spaltpilze mit den Lebenskräften des menschlichen Organismus verhalten. In einer bestimmten Flüssigkeit, welche die normale chemische Beschaffenheit besitzt, vermögen die Spaltpilze nicht mit den lebenden Zellen zu concurriren. Möglicher Weise verändert sich nun die chemische Beschaffenheit dieser Flüssigkeit in der Art, dass sie auf das Gedeihen des Organismus günstiger einwirkt und dieser somit kräftiger wird; aber die Wirkung auf das Leben der Spaltpilze ist noch viel günstiger, so dass diese jetzt selbst gegenüber der gesteigerten Lebenskraft die stärkeren werden, gerade so wie sie die Sprosspilze in derjenigen Lösung, in welcher diese am kräftigsten vegetiren, am leichtesten überwinden.

Es ist bekannt, dass von manchen Infectionskrankheiten oft gerade die kräftigsten Individuen am heftigsten befallen werden. Diese Thatsache kann in verschiedener Weise erklärt werden und sie hat möglicher Weise in Wirklichkeit verschiedene Ursachen. Es ist denkbar, dass ein sonst kräftiger Körper in einem bestimmten Organ oder in einer bestimmten Richtung der allgemeinen Constitution abnormal bebeschaffen und geschwächt ist, so dass er den Angriffen der Spaltpilze erliegt, indessen weniger kräftige, aber allseitig normal beschaffene Naturen zu widerstehen vermögen.

Es ist aber, wie vorhin angedeutet wurde, auch denkbar, dass

gerade die abnormale chemische Beschaffenheit zugleich sein individuelles Wohlbefinden und auch die geringere Widerstandsfähigkeit gegen die Spaltpilze bedingt. Feser (der Milzbrand auf den oberbayerischen Alpen 1877 pag. 85, 87) berichtet, dass vorzugsweise nur jüngere Rinder und unter diesen nur die schönsten und entwickeltsten Stücke am Rauschbrand erkranken, und dass der Fleischsaft der erkrankten Thiere eine anhaltende alkalische Reaction zeigt. Man dürfte wohl durch diese Thatsache zu der Schlussfolgerung geneigt sein, dass die neutrale oder schwach alkalische Reaction der Flüssigkeit bei der Concurrenz zwischen den Spaltpilzen und den lebenden Zellen des Thieres eine ähnliche Rolle spiele, wie bei der Concurrenz zwischen Spaltpilzen und Sprosspilzen, und dass die genannte Reaction für das Gedeihen der Thiere zwar vortheilhaft sei, aber ihnen doch unter Umständen zum Verderben gereiche, weil sie für die Spaltpilze noch viel günstiger ist.

Wenn somit Spaltpilze im menschlichen Körper sich befinden (und es ist sicher, dass sie daselbst vorkommen), so muss zwischen ihnen und den lebenden Zellen Concurrenz oder Kampf ums Dasein stattfinden und im günstigen Fall mit Erkrankung endigen. Es ist diess eine physiologische Nothwendigkeit. Mangelt das klare Verständniss für die Concurrenz, so wird man überall auf Schwierigkeiten und Widersprüche stossen, wo in Wirklichkeit keine bestehen.

Manche Pathologen und Aerzte sind der Meinung, dass die Spaltpilze im kranken Körper mehr eine zufällige Erscheinung seien, dass ihre Abwesenheit und ihr Vorkommen in geringerer oder grösserer Zahl ohne Bedeutung sei, dass sie bald nichts, bald diess oder jenes thun. Diess ist aber eine unphysiologische und daher unmögliche Annahme. Die Spaltpilze, die im menschlichen Körper sich befinden, müssen genau das thun, wozu sie ihre Natur zwingt; sie üben eine bestimmte Anziehung auf die sie umgebenden Nährstoffe aus und bemächtigen sich derselben, wenn diese nicht von den Lebenskräften mit noch grösserer Energie festgehalten werden; sie wirken zersetzend auf die weniger festen Verbindungen ein, wenn dieselben nicht durch die stärkeren Lebenskräfte geschützt werden.

Früher hielt man den menschlichen Organismus für ein Heiligthum, in welchem andere Kräfte wirkten und andere Gesetze herrschten als ausserhalb desselben. Die moderne Physiologie geht, und wohl auf unwiderlegliche Gründe hin, von dem Grundsatze der Analogie aus.

Sie verlangt, dass gleiche Ursachen immer auch gleiche Wirkungen hervorbringen, dass somit im Organismus die gleichen Kräfte auch gleiche chemische Processe verursachen wie im Laboratorium, — dass, wenn z. B. ein Ferment in einem Glasgefäss eine chemische Verbindung spaltet, die nämliche Spaltung auch im Organismus erfolgen müsse, insofern hier nicht besondere hindernde Umstände dazwischen treten. Demgemäss müssen wir annehmen, dass die Spaltpilze, welche ausserhalb des Körpers dem Blut den Sauerstoff entziehen, den Zucker in Milchsäure spalten und andere Zersetzungen veranlassen, diese Wirkungen auch im Organismus vollbringen, wenn sie in Folge der günstigen Bedingungen die stärkeren sind.

Wir können daher zum Voraus mit vollkommener Sicherheit Folgendes behaupten: Es muss krankhafte Störungen geben, welche durch Spaltpilze verursacht werden, solche, für welche ein einziger Pilz ausreicht, und solche, für die es einer grösseren Zahl von Pilzen bedarf; solche, welche die Pilze allein, und solche, welche die Pilze unter Mitwirkung einer mehr oder weniger giftigen Verbindung bewirken.

Nachdem im Allgemeinen gezeigt wurde, dass die Spaltpilze unter gewissen Bedingungen gesundheitsschädliche Wirkungen im menschlichen und thierischen Körper vollbringen müssen, handelt es sich darum, diese Wirkungen, soweit Theorie und Erfahrung es gestatten, näher kennen zu lernen.

Zunächst ist zu bemerken, dass die Spaltpilze auf der äusseren Haut sich schon wegen Mangel an hinreichender Feuchtigkeit nicht ansiedeln und vermehren können.

Auf den Schleimhäuten finden sie zwar die nöthige Flüssigkeit für ihre Entwicklung, in der Regel auch die nöthigen Nährstoffe; sie wachsen und vermehren sich. Allein sie treten nicht in grösserer Menge auf, was zum Theil damit zusammenhängt, dass sie immer wieder mechanisch fortgeführt werden. Sie üben ferner keine schädlichen Wirkungen aus; die Sekrete der Schleimhäute bieten ihnen auch keine Veranlassung hiezu dar. Nur in besonderen Fällen (bei der Diphtherie) vermögen sie mit den lebenden Zellen selbst zu concurriren; sie greifen auf noch unbekannte Weise die Schleimhaut an und bewirken krankhafte Störungen.

In den Hohlräumen des menschlichen Körpers, auf deren Inhalt die Lebenskräfte unmittelbar keinen Einfluss haben, so dass Concurrenz

zwischen ihnen und den Spaltpilzen entstehen könnte, hat für die Vermehrung und die Wirksamkeit der letzteren nur die chemische Beschaffenheit der Flüssigkeit Bedeutung. In dieser Beziehung ist besonders ihr Verhalten in sauren und nicht sauren Medien von Wichtigkeit. Die Spaltpilze sind gegen Säuren viel empfindlicher als die Spross- und Schimmelpilze; sie vermehren sich in der normalen sauren Flüssigkeit des Magens nicht oder nur spärlich und bleiben auch den normalen chemischen Umsetzungen gegenüber durchaus unwirksam.

Anders gestaltet sich das Verhalten in einem Magen, welcher durch krankhafte Affection einen wenig sauren oder neutralen Inhalt besitzt. Hier finden die Spaltpilze ein günstiges Feld für ihre Vermehrung und Thätigkeit. Diese Thätigkeit wird in der Regel in der Bildung von Milchsäure aus Zucker bestehen. Denn im Magen befindet sich meistens Zucker aus vegetabilischer Nahrung, und in einer Substanz, welche Zucker enthält, verwandeln die Spaltpilze denselben gewöhnlich zuerst in Milchsäure; selbst im Fleisch tritt vor der Fäulniss etwas Säuerung ein.

Die Spaltpilze werden also im Magen im Allgemeinen nur Säurebildung veranlassen, und wenn ausnahmsweise eine andere Zersetzung einmal Platz greifen sollte, so könnte sie durch Genuss von Zucker, Brod und dergleichen meistens sofort in Säurebildung übergeführt werden. — Gegen krankhafte Säurebildung verordnete der Arzt früher kohlensaure Alkalien oder Erden, um die Säure abzustumpfen. Dieses symptomatische Mittel bringt aber, wenn es sich um Milchsäurebildung durch Spaltpilze handelt, nur kurz dauernde Linderung; es ist nicht rationell, weil durch Neutralisirung der Säure die Bedingungen für die Spalthefe wieder günstiger, ihre Vermehrung und ihre Wirksamkeit gesteigert werden. Das entgegengesetzte, gleichfalls als symptomatisch zu bezeichnende Verfahren ist mindestens ebenso zweckmässig; durch mineralische oder organische Säuren (Weinsäure, Citronensäure) wird die Spalthefe unwirksam, und dieses Mittel ist desshalb vorzuziehen, weil die Spaltpilze erst durch eine bedeutend grössere Menge von Milchsäure in Unthätigkeit versetzt werden als durch andere Säuren, so dass also der Mageninhalt durch die ungehinderte Thätigkeit der Pilze saurer wird als durch die als Mittel eingenommene Salzsäure oder Citronensäure. In Verbindung damit wäre eine zucker- und stärkemehlarme Nahrung zu empfehlen [1]).

1) Analog dürfte es sich mit der Trommelsucht der Thiere (Rinder) verhalten. Auf jungem grünen Futter, das einige Zeit nass gewesen ist, sowie auf halb-

In dem Darm wird der saure Chymus, je weiter er sich von dem Magen entfernt, immer weniger sauer, dann neutral und alkalisch. Es werden daher die Bedingungen für die Spaltpilze günstiger und ihre Vermehrung wird lebhafter. Dem entsprechend findet man sie hier auch in grösserer Zahl. Dass sie aber im Darm nicht in zu grosser Menge auftreten und keine störenden Wirkungen hervorbringen, dafür giebt es mehrere Ursachen.

Einmal sind die Spaltpilze in der sauren Magenflüssigkeit mehr oder weniger verändert und geschwächt worden, so dass sie in einer günstigeren Nährlösung einiger Zeit bedürfen, um sich zu erholen und um wieder vermehrungs- und actionsfähig zu werden. Ferner befindet sich der Darminhalt in continuirlicher oder stossweiser Vorwärtsbewegung, so dass derselbe nach verhältnissmässig kurzer Zeit den Zwölffingerdarm passirt hat; es mangelt also den Spaltpilzen die nöthige Frist, um sich zu erholen und in ausgiebiger Weise zu vermehren. Endlich ist der Darminhalt beim Austritt aus dem Zwölffingerdarm durch die Beimengung der gallensauren Salze mehr oder minder geschützt.

Aus den eben angeführten Gründen können fast beliebig grosse Mengen von Spaltpilzen ohne Nachtheil in den Speisekanal aufgenommen werden; und erfahrungsgemäss verdauen wir sehr spaltpilzreiche Nahrungsmittel (Käse, saure Milch etc.) ohne die geringsten Beschwerden. Ich werde auf diesen Punkt bei der Frage, ob Spaltpilze aus dem Darmkanal in die Gewebe des Körpers eintreten, und bei den hygienischen Eigenschaften des Wassers zurückkommen.

Eine Höhlung, auf deren Inhalt die Lebenskräfte keinen unmittelbar schützenden Einfluss ausüben können, ist auch die Harnblase. Ich will hier nicht die Frage erörtern, ob Spaltpilze normal in derselben vorkommen, sondern sogleich den für die Pilzbildung günstigsten Fall annehmen, dass fortwährend einzelne Spaltpilze aus dem Blut in die Harnblase gelangen. Diess wird durchaus ohne Folgen sein; denn der Harn ist eine so ungünstige Nahrung für die Spaltpilze, dass dieselben nur bei Zutritt von Sauerstoff sich darin vermehren können. Bedeckt man Harn in einem Gefäss bloss mit einer

faulem Heu, bilden sich reichliche Mengen von Spalthefe, welche im Magen der Thiere viel Kohlensäure entwickelt. Auch hier ist wahrscheinlich das bessere Mittel nicht ein die Kohlensäure absorbirendes Alkali, sondern eine die Spaltpilze unwirksam machende Säure.

Schicht von fettem Oel, so bleibt derselbe Jahre lang vor Fäulniss geschützt. Auch bei Zutritt von Luft bedarf es einer längeren Zeit, bis erhebliche Vermehrung der Pilze und faule Gährung erfolgt. In der Harnblase findet daher unter normalen Verhältnissen weder Pilzbildung noch irgend welche Zersetzung durch Pilze statt; enthält dagegen der Harn eine bemerkbare Menge von Zucker, so werden die Spaltpilze auch ohne freien Sauerstoff wachsthums- und wirkungsfähig.

Es bliebe nun noch die wichtigste Frage zu beantworten, wie sich die Spaltpilze überall da im Körper verhalten, wo sie mit den Lebenskräften unmittelbar in Concurrenz treten. Leider lässt uns hierüber die Erfahrung noch gänzlich im Stich, und was die Theorie betrifft, so ist darüber wenig mehr zu sagen, als bereits bei Anlass der Erörterung über die Concurrenz gesagt wurde. Wenn die Spaltpilze nicht concurrenzfähig sind, wenn sie sich also nicht ernähren und wachsen, so müssen sie bald durch Erschöpfung zu Grunde gehen und resorbirt werden. Vermögen sie aber mit Erfolg den Kampf mit den Lebenskräften des Körpers zu bestehen, so bemächtigen sie sich der Nährstoffe, vermehren ihre Substanz und pflanzen sich fort. Sie sind dazu auch ohne freien Sauerstoff befähigt, weil sie häufig etwas Zucker und überdem verschiedene andere leicht assimilirbare Verbindungen finden. Auch das Fleischextrakt, mit einer hinreichenden Menge von Wasser verdünnt, ernährt die Spaltpilze bei Ausschluss von Sauerstoff.

Die nachtheiligen Einflüsse, welche die Spaltpilze auf die Gewebe des lebenden Körpers ausüben, lassen sich nur ganz im Allgemeinen angeben. Es sind folgende:

1) Entziehen sie denselben wichtige Nährstoffe, worunter wohl vorzüglich eiweissähnliche, diosmirende Verbindungen zu verstehen sind.

2) Entziehen sie, sofern sie sich im Blute befinden, den Blutkörperchen den Sauerstoff.

3) Zerlegen sie durch Gährwirkung den Zucker in Milchsäure.

4) Zerstören sie durch Hefenwirkung verschiedene andere stickstofflose und stickstoffhaltige, leicht zersetzbare Verbindungen.

Wir wissen zwar von diesen letzteren Zersetzungen nichts Bestimmtes; aber wir können nicht daran zweifeln, dass sie vorkommen. Denn einerseits ist es bekannt, dass die Spaltpilze selbst schwieriger zersetzbare Verbindungen wie Zucker, Glycerin, Mannit, Albuminate etc.

zerstören. Anderseits ist es Thatsache, dass, wenn in irgend einer organischen Flüssigkeit die Spaltpilze sich vermehren, als erste Wirkung sich eine Veränderung des Geruches und Geschmackes kundgiebt. Es beweist uns diess, dass die zersetzende Wirkung der Spaltpilze sich zuerst auf die unbeständigsten Verbindungen wirft.

Vielleicht dass die schädliche Wirkung der Spaltpilze sich noch in einer andern Weise bethätigt. Dieselben scheiden einen löslichen Stoff aus, welcher als Ferment wirkt und das Vermögen hat, Milch- und Rohrzucker zu invertiren, Stärke und Cellulose in Glykose umzuwandeln, geronnenes Eiweiss löslich zu machen. Ohne Zweifel übt dieses Ferment noch andere Umsatzwirkungen aus; und es ist sehr wohl möglich, dass es auch im menschlichen Körper eine demselben schädliche Thätigkeit entfaltet.

Aus dem eben Gesagten ergiebt sich wohl unzweifelhaft die Möglichkeit, dass die Spaltpilze im menschlichen Körper krankhafte Störungen und Krankheiten verursachen. Inwiefern es wirklich geschehe, muss aus andern Erwägungen sich ergeben, namentlich aus einer Betrachtung über die Natur der Infectionsstoffe, sowie über die Verbreitung derselben und ihren Eintritt in den menschlichen Körper.

IV.

Infectionsstoffe.

Ueber die Beschaffenheit der Ansteckungsstoffe ist man noch vollkommen im Dunkeln. Die pathologische Erfahrung gibt darüber keinen Aufschluss, und die Pathologen huldigen den verschiedensten Ansichten. Es sind daher vorerst ganz allgemeine physiologische und physikalisch-chemische Gesichtspunkte, welche massgebend bleiben. Und diese Forderungen der Physiologie, der Chemie und Physik müssen unter allen Umständen erfüllt sein; die Theorie darf nichts annehmen, was mit ihnen im Widerspruch steht.

Wir dürfen auch in diesem Gebiete nicht damit anfangen, eine umfassende Theorie, ein System aufzustellen, sondern wir müssen einzelne Thatsachen, die entweder ganz sicher sind oder für die eine grosse Wahrscheinlichkeit spricht, gewinnen und, indem wir dieselben mit einander combiniren, die Möglichkeiten immer mehr einengen. Auf diesem streng kritischen Wege kann jetzt schon die Theorie von den Infectionsstoffen so weit begrenzt und sicher begründet werden, dass sie für verschiedene praktische Fragen anwendbar wird.

Die Thatsache, die ich voranstelle, ist die, dass der *Ansteckungsstoff in vielen Fällen sicher aus der Luft aufgenommen wird, dass er aber nicht gasförmig ist.* Es giebt eine Menge von Beispielen, wo wir zu der Annahme gezwungen sind, dass der Ansteckungsstoff durch die Luft uns zugeführt wird. Ein kurzer Aufenthalt in einem Krankenzimmer mit Masern- oder Scharlachkranken, in einer Strasse, wo Cholera herrscht, auf einem Malariaboden bedingt oft den Ausbruch einer Krankheit, wenn man auch weder Speise noch Getränke in sich aufgenommen hat und überhaupt mit der infizirten Lokalität in keiner andern Weise als durch ihre Luft

in Beziehung getreten ist. Ueber diesen Punkt kann keine Meinungsverschiedenheit bestehen, und besteht auch wirklich nicht.

Dagegen herrschen über die physikalische Natur der Ansteckungsstoffe vielfach unklare und unrichtige Vorstellungen bei Laien und Aerzten, indem man sie häufig als gasförmig bezeichnet. Selbst medizinische Autoritäten sprechen von „flüchtigen Contagien“, von „gasförmigen Miasmen“, von „Krankheitskeimen, die durch Verdunstung sich in die Luft verflüchtigen“ u. dergl. Diese Vorstellungen sind nach den Erfahrungen, die man über die Verbreitung der Infectionsstoffe hat, geradezu unmöglich.

Ein Gas verbreitet sich durch Diffusion und durch die Luftströmungen mit grosser Schnelligkeit in dem ganzen Raum, der ihm zur Verfügung steht, und ist nach kurzer Zeit überall in gleicher Menge in demselben vorhanden. Durch das Athmen der Thiere und Menschen und durch andere Verbrennungsprocesse wird an gewissen Stellen viel Sauerstoff verbraucht und viel Kohlensäure erzeugt, durch die Vegetation wird an andern Stellen Kohlensäure der Luft entzogen und ihr dafür Sauerstoff gegeben. Gleichwohl hat die Luft in Städten und auf dem Lande den gleichen Gehalt an Sauerstoff und Kohlensäure; sie zeigt fast den nämlichen Gehalt an der Erdoberfläche und in den höchsten Höhen, welche der Mensch erreicht hat, obgleich die Kohlensäure viel schwerer ist als die übrigen Gasarten der Atmosphäre. Es giebt gewisse Oertlichkeiten, wo aus der Erde Kohlensäure in beträchtlicher Menge herausströmt, so in der Hundsgrotte von Puzzuoli bei Neapel. Die fortwährend aufsteigende Stickluft bildet eine einen halben Fuss hohe Schicht über dem Boden, in welcher kleine Thiere sterben. In geringster Entfernung davon hat sie sich schon so in der Atmosphäre verbreitet, dass man nichts mehr davon verspürt.

Wir machen täglich die Erfahrung, wie schnell Gerüche in freier Luft verschwinden, und dass sie an einem bestimmten Orte nur dann während einiger Zeit andauern, wenn die riechenden Gase daselbst fortwährend neu gebildet werden. Selbst aus geschlossenen (aber nicht luftdichten) Räumen verschwinden die riechenden Gase sehr schnell.

Ein giftiger Stoff, der in Gasform auftritt, muss also sehr rasch in dem ganzen Luftmeer sich verbreiten. Wäre z. B. die Cholera an einen solchen Stoff gebunden, so müsste in verhältnissmässig kurzer Zeit die Luft einer ganzen Stadt, selbst eines ganzen Landes damit gleichmässig gemengt sein.

Aus einer solchen gasförmigen Verbreitung der Ansteckungsstoffe ergäben sich zwei Folgerungen, die mit den Thatsachen in Widerspruch ständen. Einmal müssten alle Personen, die in dem nämlichen Luftraum sich befinden, gleiche Mengen des Krankheitsstoffes aufnehmen; es würde entweder Niemand, oder es müssten alle dafür empfänglichen Personen erkranken. Nun besteht aber das Eigenthümliche der Ansteckung gerade darin, dass nicht nur alle widerstandsfähigen Personen gesund bleiben, sondern dass auch von den disponirten nur ein Theil ergriffen wird, nämlich diejenigen, welche zufällig Ansteckungsstoffe aufgenommen haben. Ebenso zeigt die Ansteckung immer lokale Beschränkungen sehr oft mit scharfer Abgrenzung auf ein Zimmer, ein Haus, eine Strasse, einen Stadttheil, Beschränkungen, welche mit der gasförmigen Verbreitung des Infectionsstoffes unverträglich sind. Es kann dieser also nicht in der Luft so vertheilt sein, wie es die Kohlensäure ist.

Eine zweite Folgerung wäre die, dass ein gasförmiger Ansteckungsstoff sich in der Atmosphäre rasch so ausbreiten müsste, dass er bis zur Unwirksamkeit verdünnt wäre. Es ist dies ein Punkt, auf den ich sogleich später noch zurückkommen werde. — Ausserdem sprechen gegen die gasförmige Beschaffenheit der Infectionskeime auch die Gründe, welche beweisen, dass wir sie nicht als unorganisirte oder formlose Körper betrachten dürfen, wovon ich ebenfalls später sprechen werde.

Wenn von Pathologen in ganz bestimmter Weise die Ansteckungsstoffe luft- und gasförmig genannt wurden, so geschah es meistens wohl nicht in der bewussten Absicht, ihnen die physikalischen Eigenschaften der Kohlensäure oder des Sauerstoffgases zuzuschreiben. Es sollte damit vielleicht nur gesagt werden, dass sie sich durch die Luft und mit der Luft verbreiten. Es war wohl nur Unklarheit in physikalischen Dingen, welche zu unpassenden und unrichtigen Bezeichnungen greifen liess. Aber diese Unklarheit, welche feine staubförmige Substanzen mit Gasen verwechselt, führt zu falschen und verhängnissvollen Folgerungen. Daher muss mit aller Entschiedenheit darauf gedrungen werden, die thatsächlichen Verhältnisse mit wissenschaftlicher Genauigkeit festzustellen und mit wissenschaftlicher Schärfe zu bezeichnen. Zwischen dem allerkleinsten unsichtbaren Stäubchen und dem Molekül eines Gases ist ein himmelweiter Unterschied, und beide verhalten sich in mehrfacher Rücksicht ganz ungleich. Wenn manche Pathologen von flüchtigen und nicht flüchtigen Infectionsstoffen oder

von einem flüchtigen und fixen Zustand der Infectionsstoffe sprechen, so wird der physikalisch gebildete Leser irre geführt; er denkt sich nicht, dass dadurch kein anderer Unterschied bezeichnet wird, als wenn man die Tauben im Schlage und die Bienen im Korbe „nicht-flüchtige“ oder „fixe“, die ausgeflogenen aber „flüchtige“ Körper nennen würde.

Ich lege einen besonderen Werth darauf, dass die nicht gasförmige Beschaffenheit der Ansteckungsstoffe klar eingesehen und festgehalten werde; denn diess ist von der grössten Wichtigkeit für alle praktischen Folgerungen. Ich glaube auch diess um so mehr fordern zu können, als im Grunde nur wenig physikalisches Verständniss nothwendig ist, um zu dieser Einsicht zu gelangen.

Eine andere sehr bemerkenswerthe Thatsache, welche bei der Beurtheilung aller übrigen Erscheinungen immer im Auge behalten werden muss, und welche gerade die Schuld daran trägt, dass man so wenig von der Infection weiss, ist die, dass die Ansteckungsstoffe fast ohne Ausnahme nur in den allerwinzigsten Mengen die Ansteckung bewirken; in so geringer Menge, dass sie bis jetzt jeder Wahrnehmung durch unsere Sinne oder durch wissenschaftliche Instrumente sich entziehen. In der That, was kann eine Person in sich aufgenommen haben, welche nach dem Aufenthalt von einigen Minuten in einem Krankenzimmer, oder nachdem sie während kurzer Zeit mit Krankenwäsche sich beschäftigte, oder nach kurzer Rast auf einem Malariaboden infizirt wurde? Der Ansteckungsstoff muss in diesen Fällen aus der Luft in den Körper eindringen, und in den unsichtbar kleinen Stäubchen enthalten sein, die in derselben suspendirt sind.

Kraft und Stoff wirken bekanntlich immer nur nach Massgabe ihrer Menge. Wenn diese Menge unter eine gewisse Grösse sinkt, so werden sie wirkungslos, d. h. sie können als von unendlich geringer Wirksamkeit vernachlässigt werden. Es wäre von grosser Wichtigkeit, wenn wir genau wüssten, in welcher Menge die Ansteckungsstoffe im Allgemeinen die Erkrankung verursachen, und besonders, welches die geringste Menge ist, die dazu ausreicht. Es giebt einige Thatsachen, die uns für die Beurtheilung dieser Frage einen geringen Anhalt bieten.

Die staubförmigen Substanzen, welche in der Malaria der Sümpfe enthalten sind und welche bei Typhus- und Cholera-Epidemieen aus dem Boden kommen, müssen zu den allerkleinsten Stäubchen gehören, da sie von den schwächsten Luftströmungen fortgeführt werden (ich

werde später hievon sprechen). Sie sind jedenfalls noch viel kleiner als die dem blossen Auge gewöhnlich unsichtbar kleinen Stäubchen, welche uns nur der ins Zimmer fallende Sonnenstrahl als leuchtende Punkte zeigt. Ueber die Grösse und Schwere der letzteren giebt uns die mikroskopische Untersuchung des atmosphärischen Staubes einigen Aufschluss. Danach dürften die Sonnenstäubchen, die in der Luft schweben und durch ihre Schwere nicht in bemerkenswerther Weise sinken, ein Gewicht von $\frac{1}{500000}$ bis $\frac{1}{20000}$ Milligramm besitzen. Die aus der Erde kommenden Miasmen aber, welche ohne Zweifel bloss aus vereinzelten Spaltpilzen bestehen (ich verweise hierüber auf das Kapitel über die Verbreitung der Infectionsstoffe), sind durchschnittlich über 1000 mal leichter als die Sonnenstäubchen und haben ein Gewicht von $\frac{1}{30000000000}$ bis $\frac{1}{50000000}$ Milligramm.

Der Laie möchte nun leicht der Ansicht sein, dass zwischen einem Stoff, der in Stäubchen von $\frac{1}{30000000000}$ Milligramm Gewicht in der Luft suspendirt ist, und einem Gas eigentlich keine grosse Verschiedenheit bestehen könne. Der Unterschied ist aber der, dass das Stäubchen immer noch viele Millionen mal schwerer bleibt als das Gastheilchen, und dass die Substanz, die im Stäubchen vereinigt bleibt, als Gas bis fast ins Unendliche auseinander weichen kann.

Die beiden gewonnenen Thatsachen, dass die Infectionsstoffe nicht gasförmig sind, und dass sie in den allerwinzigsten Mengen Krankheiten zu erregen vermögen, geben uns die nöthigen Anhaltspunkte, um die weitere Frage zu beantworten, ob die Infectionsstoffe ihrer Natur nach ungeformt oder organisirt sind.

Wir haben für die Erkrankung durch äussere Einwirkung zwei Möglichkeiten. Entweder kommt der fremde giftige Stoff in solcher Menge von aussen herein, dass er unmittelbar eine krankhafte Störung zu verursachen vermag. Oder er tritt in geringerer Menge ein, hat aber die Fähigkeit, sich im Körper bis zu der Menge zu vermehren, in welcher er für eine Störung stark genug ist.

Den erstern Fall finden wir bei den eigentlichen Vergiftungen. Wir können das Gleiche nicht für die Infectionskrankheiten annehmen, weil der giftige Stoff (der Ansteckungsstoff) in zu geringer Menge in den Körper eintritt. Auch das heftigste Gift wirkt als solches nur in einer bestimmten Gabe. Von Coniin darf 1 Milligramm, von salpetersaurem Strychnin dürfen 10 Milligramm auf einmal dem Kranken gegeben werden. Erst grössere Dosen dieser Gifte sind schädlich.

Die genannten Giftmengen müssen aber geradezu als kolossal gross bezeichnet werden im Vergleich mit den Mengen der Infectionsstoffe, die nach aller Wahrscheinlichkeit zur Ansteckung ausreichen. Wenn wir alle Umstände berücksichtigen, besonders auch denjenigen, dass von den Stäubchen, die in den Körper gelangen, die meisten an den Schleimhäuten hängen bleiben und nur ein kleiner Theil wirklich ins Blut und zur Action kommt, — so müssen wir die Ueberzeugung gewinnen, dass die Infectionsstoffe, die eine Krankheit verursachen, nie den tausendsten und oft lange nicht den millionsten Theil des Gewichtes betragen, in welchem das heftigste Gift in den Verdauungsorganen noch unschädlich ist.

Die Infectionsfrage nimmt also die Gestalt an: Welche Natur muss dem Ansteckungsstoff zugeschrieben werden, damit er, in minimalen Mengen in den Körper eingetreten, hier zu der erforderlichen Höhe sich vermehre, um eine bemerkbare Störung zu veranlassen? Diess ist eine rein physiologische Frage und nach Erfahrungen der Physiologie zu beantworten.

Prüfen wir zuerst die Annahme, der Infectionsstoff sei ungeformt und bestehe aus einer chemischen Verbindung oder einem Gemenge von chemischen Verbindungen. Dann könnten wir uns die Wirkung einer minimalen Menge nur so vorstellen: dieselbe übe irgendwo einen schwachen Reiz aus und veranlasse dadurch eine Veränderung in den chemischen Vorgängen und deren Producten; diese bewirken ihrerseits wieder Veränderungen und so steigere sich die Störung bis zur wirklichen Erkrankung.

Eine solche Vorstellung scheint mir physiologisch unannehmbar. Wenn ein fremder, mehr oder weniger giftiger Stoff in den Organismus kommt, so hat der letztere das Bestreben, ihn auszuscheiden oder zu assimiliren. Diess gelingt ihm durch die Reaction, die er dem Reiz entgegenzusetzen vermag, früher oder später oder auch gar nicht, je nach der Menge und der Beschaffenheit des schädlichen Stoffes. Eine minimale giftige Substanz wird also entweder resorbirt oder ausgeschieden. Aber es ist nicht denkbar, dass sie sich selber vermehre oder dass ihre schädliche Wirkung durch irgend einen Umsetzungsprocess sich steigere.

Wir werden daher auf die zweite Annahme geführt, der Infectionsstoff sei organisirt. In der That kann ein fremder Stoff von den kleinsten, an und für sich noch ganz unschädlichen Anfängen aus

nur dann in einem Organismus sich vermehren, wenn er selber ein entwicklungsfähiger Organismus ist oder sich wie ein solcher verhält. Der Infectionsstoff muss also das Vermögen besitzen, aus seiner Umgebung lösliche Verbindungen aufzunehmen, dieselben zu assimiliren und dadurch seine Substanz zu vermehren. Er kann ein winziges mikroskopisches Thierchen oder Pflänzchen, oder auch nur ein Schleimklümpchen sein; letzteres wäre übrigens nichts wesentlich anderes, da auch die niedrigsten Thiere und Pflanzen im Grunde bloss Schleimklümpchen sind.

Es ist schliesslich noch die Frage zu entscheiden, zu welchen Organismen die Infectionsstoffe gehören. In dieser Beziehung kann es keinem Zweifel unterliegen, dass unter allen bekannten lebenden Wesen bloss die Spaltpilze dafür in Anspruch genommen werden können. Es wäre aber möglich, dass noch unbekannte Organismen bei den Infectionskrankheiten ihre Wirkungen kund gäben. Bei der mysteriösen, bisher unfassbaren Natur der Infectionsstoffe ist es begreiflich, dass eine unklare Vorstellung ihnen gleichsam eine Zwitterstellung zwischen fixem und flüchtigem Zustande, zwischen einem Klümpchen Substanz und einem Gasmolekül angewiesen hat, und es wäre nicht undenkbar, dass eine bewusstere Vorstellung sie als noch kleinere und einfacher organisirte Wesen auffassen möchte, als es die kleinsten und einfachsten Thiere und Pflanzen sind. Damit wäre aber nichts gewonnen; denn man müsste diese neuen supponirten Wesen genau mit denjenigen Eigenschaften ausstatten, welche die Spaltpilze bereits in Wirklichkeit besitzen.

Die Spaltpize sind in jeder Beziehung so beschaffen, wie wir es von einem Infectionsstoffe voraussetzen müssen. Sie sind so klein (50 bis 30 000 Millionen wiegen lufttrocken zusammen 1 Milligramm), dass wir sie uns für keine Theorie noch kleiner wünschen könnten. Sie werden durch die schwächsten Luftströmungen leicht fortgeführt und verbreitet, indem sie die allerwinzigsten, unter den stärksten Vergrösserungen des Mikroskops kaum sichtbaren Stäubchen darstellen. Sie besitzen eine ungemein grosse Vermehrungsfähigkeit, indem sich bei Körperwärme ihre Zahl in 20 bis 25 Minuten verdoppeln kann. Ihre Lebenszähigkeit übertrifft die aller andern Organismen, indem sie den ungünstigsten äusseren Einflüssen zu widerstehen vermögen. Die Energie ihres Chemismus befähigt sie, unter bestimmten Verhältnissen mit allen andern lebenden Wesen erfolgreich zu wetteifern. Ihre Wirksamkeit als Hefe („Ferment“) macht sie zu den weitaus gefährlichsten unter allen

lebenden Wesen. Und alle diese Eigenschaften zusammen befähigen sie auch, wie wir später sehen werden, in thierische Organismen einzudringen, wo andere lebende oder todte Körper nicht einzudringen vermögen.

Während die theoretischen Erwägungen mit grosser Bestimmtheit auf die Spaltpilze als die Träger und Erreger der Infection hinweisen, giebt die Erfahrung dafür noch wenig Bestätigung. Es sind zwar in einzelnen wenigen Krankheiten die Spaltpilze an bestimmten Orten immer und in grosser Menge vorhanden (Diphtherie, Febris recurrens, Milzbrand, Rauschbrand); dagegen findet man sie bei andern Krankheiten bald da bald dort, bald auch gar nicht. Dieses unregelmässige Vorkommen ist denn auch der hauptsächlichste Grund, warum manche Pathologen und Aerzte zu der Pilztheorie wenig Vertrauen hegen; und das Misstrauen wäre vollkommen gerechtfertigt, wenn man sich in diesem Falle auf den Befund an Leichen verlassen könnte. Denn mag auch die Theorie noch so sicher sein, so erhält sie ihre Weihe doch erst durch die zustimmende Erfahrung, und Viele werden erst durch die letztere vollends überzeugt. Obgleich die Drehung der Erde um ihre Achse und ihre Bewegung um die Sonne bewiesen, und die Vorstellung davon schon durch mehrere Generationen vererbt ist, so giebt es doch noch Leute, die in ihrem Gewissen sich sehr erleichtert fühlen würden, wenn sie die Erde wirklich in Bewegung sehen könnten.

Wenn ein Organismus stirbt, so hört die Wirksamkeit der Lebenskräfte auf, und die Spaltpilze können nun in den verschiedenen Flüssigkeiten desselben nach Massgabe der mehr oder weniger günstigen Umstände sich vermehren. Schon vor dem Tode kann diese Vermehrung beginnen, je nachdem die Pilze gegenüber den geschwächten Lebenskräften mit Erfolg zu concurriren vermögen. Es ist daher selbstverständlich, dass man einige Zeit und schon unmittelbar nach dem Tode da und dort in der Leiche Spaltpilze findet. Ihre Anwesenheit und Zahl in einem bestimmten Organ wird bedingt durch die chemische Zusammensetzung der betreffenden Flüssigkeit, durch den Umstand, seit wie lange die Lebenskräfte in demselben so geschwächt waren, dass die Pilze Boden gewinnen konnten, und endlich von dem Umstande, ob die letzteren überhaupt dahin gelangt sind. Dieser eben genannte Umstand hängt vom Zufall, d. h. von Vorkommnissen ab, die mit der Krankheit nicht in einem nothwendigen Zusammenhange stehen.

Die Spaltpilze, von denen ich soeben gesprochen habe, muss man in jeder Leiche in grösserer oder geringerer Menge finden, wenn nicht etwa ein plötzlicher Tod eingetreten ist. Man darf daher aus ihrem Vorhandensein noch keinen Schluss auf die Infection ziehen, wenn der Tod durch eine Infectionskrankheit erfolgte. Nur wenn der Befund die Pilze bei der nämlichen Krankheit immer in der gleichen Flüssigkeit, bei anderen Krankheiten aber nicht in der nämlichen Weise zeigte, hätte die Pilztheorie durch die Erfahrung ihre Bestätigung erhalten.

Dass diess bis jetzt für die meisten Krankheiten nicht der Fall war, kann aber noch nicht als ein Beweis gegen die Pilztheorie gelten. Die Thatsache, dass etwas nicht gesehen wird, ist selbstverständlich nur dann ein Beweis für die Nichtexistenz, wenn man es, im Fall der Existenz, nothwendig sehen müsste. Nun sagt aber der Befund an Leichen bloss aus, dass die Spaltpilze da oder dort nicht gefunden wurden, womit nicht gesagt ist, dass sie nicht anderswo sein könnten. Man richtet bei solchen Untersuchungen sein Augenmerk auf die von der Krankheit besonders ergriffenen Theile, während möglicher Weise die Ursache und namentlich auch der Beginn der Krankheit an einem ganz andern Orte den Sitz hat. Ich werde später darthun, dass die Spaltpilze zunächst in den Blutcapillaren sich ansiedeln. Wenn diese Ansicht richtig ist, so müsste man, um zu einem sicheren Beobachtungsbeweis für oder gegen die Pilztheorie zu gelangen, eigentlich das ganze Capillargefässnetz durchforschen, was natürlich eine unmögliche Aufgabe ist.

Wir begegnen aber, wenn es sich um die Beobachtung von Krankheitspilzen handelt, noch einer andern eben so grossen Schwierigkeit. Dieselben stellen nur in wenigen Fällen (Febris recurrens, Milzbrand) grössere und charakteristische Spaltpilzformen dar, die man unter den übrigen Gebilden leicht erkennt. Meistens dagegen sind es kleine, körnerähnliche Micrococcusformen, welche selbst der geübteste Spaltpilzforscher von gleichgrossen körnigen Niederschlägen nicht zu unterscheiden vermag (vergl. S. 5). Wenigstens habe ich verschiedene pathologische Flüssigkeiten angesehen, über die ich mir nicht zutrauen möchte, ein bestimmtes Urtheil abzugeben. Wenn gleichwohl Jemand einen bestimmten Ausspruch in positiver oder negativer Richtung thun zu können glaubt, so muss er zuvor genau angeben, wodurch die Micrococcuszellen unter den nicht organisirten Körnchen erkannt wer-

den können. — Wahrscheinlich werden Züchtungsversuche, die mit Sachkenntniss und Umsicht auszuführen sind, uns einigen Aufschluss geben, ehe das Mikroskop es zu thun vermag.

Eine wichtige Frage betrifft die spezifische Verschiedenheit der Infectionsstoffe. Dieselben sind ungleich; je nachdem man den einen oder andern in sich aufnimmt, wird man von der einen oder andern Krankheit befallen. Woher diese Ungleichheit rühre, darüber sind bei den jetzigen unvollkommenen Kenntnissen verschiedene Theorien denkbar. Die gewöhnliche Ansicht der Aerzte und Botaniker neigt dahin, dass jede Krankheitsform ihre besondere Pilzspezies habe. Man führt, wenn man überhaupt nach Beweisen sucht, etwa an, dass die Spaltpilzformen morphologisch ziemlich gut unterschieden seien, und dass bei verschiedenen Krankheiten verschiedene Formen vorkommen, wofür es allerdings nur sehr wenig Beispiele giebt (Diphtherie, Febris recurrens, Milzbrand, Rauschbrand). Der Hauptgrund für die erwähnte Ansicht ist aber die, dass man sich sonst keine Vorstellung zu bilden weiss, woher die grosse und charakteristische Verschiedenheit der Krankheitsbilder kommen könnte, wenn nicht von einer spezifischen Verschiedenheit der Krankheitspilze.

Bei oberflächlicher Betrachtung empfiehlt sich diese Theorie ungemein, indem sie die Physiologie der Infectionskrankheiten aufs Aeusserste zu vereinfachen und alle Schwierigkeiten mit einem Schlage aus dem Wege zu räumen scheint. Wenn wir indess die Sache näher überlegen, so sehen wir, dass der Knoten nicht gelöst, sondern zerschnitten ist und dass die Schwierigkeiten nicht überwunden, sondern nur weiter rückwärts verlegt sind, wo sie uns nicht beständig vor Augen liegen. Dem nüchternen physiologischen Bewusstsein kommt die Theorie der spezifischen Krankheitspilze nahezu phantastisch-naiv vor; sie erinnert an die Personifikationen, mit denen ursprüngliche Völker grosse Erscheinungen in der Natur und im Völkerleben sich zum Verständniss brachten.

Es ist überflüssig zu zeigen, dass die Beweise, die man etwa für die spezifische Verschiedenheit der Infectionspilze anführt, ihren Namen nicht verdienen. Ich will auch auf die eigentliche physiologische Seite der Frage nicht eintreten, welche es fast unmöglich erscheinen lässt, dass Eigenschaften der Function in dieser Weise spezifische Constanz

erlangen. Bloss die Schwierigkeiten mögen hier angeführt werden, welche sich aus dem Verhalten und der Geschichte der Infectionskrankheiten für die spezifischen Pilze ergeben.

Die Krankheiten sind keine Species im naturgeschichtlichen Sinne. Sie sind in ihren typischen Formen zwar sehr charakteristisch ausgeprägt; aber sie nehmen ganz allmählich einen andern Charakter an und gehen in andere Formen über. Wenn die Natur des Pilzes derjenigen der Krankheit entspräche, so müssten wir auch unter den Pilzen unmerkliche Abstufungen annehmen, wie sie zwar nicht dem Begriffe der entstehenden, aber doch dem der vollendeten Species widersprechen.

Die Krankheiten haben ferner in der Geschichte des Menschengeschlechtes eine begrenzte Dauer; sie entstehen und verschwinden wieder; sie ändern mit der Zeit ihre typische Beschaffenheit. Die Menschheit ist in verschiedenen Jahrhunderten und Jahrtausenden von verschiedenen Krankheiten und verschiedenen Modificationen derselben Krankheit heimgesucht worden. Würde die Eigenthümlichkeit des Pilzes die Eigenthümlichkeit der Krankheit bedingen, so müssten übereinstimmend mit diesem Wechsel alte Pilzspecies aussterben, neue entstehen, und es müssten die Species während ihrer Dauer ihre Eigenschaften umwandeln. Diess entspricht nun zwar genau der Vorstellung, welche wir uns von den Species machen müssen; aber die Entstehung, Dauer und Veränderung derselben verlangt ganz andere Zeiträume. Es giebt allerdings lebhafte Phantasien, welche von heute auf morgen eine Art entstehen oder in eine andere übergehen lassen; doch stimmt diess nicht mit der nüchternen und kritischen Beurtheilung aller Thatsachen überein, welche uns zeigt, dass Arten und selbst viele Varietäten die Dauer von geologischen Perioden haben und dass seit der Eiszeit sich bloss Varietäten (kaum Unterarten oder Subspecies) gebildet haben.

Die Krankheiten verändern aber nicht nur während ihrer ganzen Geschichte ihre typische Beschaffenheit; sie können auch in jeder einzelnen Epidemie ihren Charakter umbilden und zu andern Krankheitsformen werden. Es müsste also die spezifische Natur des Pilzes selbst in der kurzen Zeit einiger Monate sich umwandeln.

Es sind das alles Vorkommnisse, welche die Annahme, es seien die Infectionspilze der verschiedenen Krankheiten Spezies im naturgeschichtlichen Sinne, nicht wohl möglich machen.

Wenn ferner die Infectionskrankheiten durch spezifisch verschiedene Pilze verursacht wären, so müsste eine bestimmte Krankheit aufhören, wenn einmal alle ihre Pilze vernichtet würden. Ich zweifle daran, dass Jemand im Ernste die Behauptung aussprechen möchte, die Cholera und der Typhus könnten durch Vernichtung aller Cholera- und Typhus-Pilze aus der Welt geschafft werden. Es ist im Gegentheil wahrscheinlich, dass diese Plagen des Menschengeschlechtes nach wie vor existiren würden, dass somit neue Cholera- und Typhus-Pilze entständen.

Wir gelangen also für die Infectionskrankheiten zu dem gleichen Schluss wie für die übrigen Zersetzungen (vergl. S. 20), dass nämlich die Spaltpilze, die sie bewirken, nicht spezifisch verschieden, sondern Formen einer oder einiger weniger Species sind. Es frägt sich nun, welche Vorstellungen wir uns zu machen haben, um trotzdem die ungleiche Wirkung der Infectionskeime zu erklären.

Wenn meine Ansicht über die Natur der Spaltpilze richtig ist, so nimmt die gleiche Species im Laufe der Generationen abwechselnd verschiedene, morphologisch und physiologisch ungleiche Formen an, welche im Laufe von Jahren und Jahrzehnten bald die Säuerung der Milch, bald die Buttersäurebildung im Sauerkraut, bald das Langwerden des Weins, bald die Fäulniss der Eiweissstoffe, bald die Zersetzung des Harnstoffes, bald die Rothfärbung stärkemehlhaltiger Nahrungsmittel bewirken und bald Diphtherie, bald Typhus, bald recurrirendes Fieber, bald Cholera, bald Wechselfieber erzeugen. Wenn eine Form dieser Pilzspecies in ein neues Medium kommt, so passt sie sich nach und nach den neuen Verhältnissen an; sie wird um so charakteristischer und um so wirksamer, je länger sie in dem nämlichen Medium gelebt hat. Ein Infectionspilz ist also im Allgemeinen für sein Geschäft um so tauglicher, je höher sein ununterbrochener Stammbaum in der nämlichen Krankheitsform hinaufreicht. Er wird mehr oder weniger geschwächt, verliert auch wohl gänzlich seine besonderen Eigenschaften, wenn er von dem Kranken nicht unmittelbar wieder in einen Körper gelangt, den er infizirt, sondern wenn er eine Zeit lang in andern Medien sich ernähren nnd fortpflanzen muss.

Diese Anpassung würde aber, wie ich glaube, die spezifische Wirkung der Infectionspilze noch nicht zu erklären vermögen. Ich möchte dafür noch eine andere Ursache in Anspruch nehmen. Wenn eine Zelle längere Zeit in einer Lösung lebt, so nimmt sie nach und nach

die löslichen und diosmirenden Verbindungen derselben in einer Menge auf, die von dem Gehalt der Lösung oft nur wenig verschieden ist. So enthält die Flüssigkeit von einzelligen Meeralgen fast so viel Salz als das Meerwasser selbst. Die Spaltpilze müssen also auch die Zersetzungsstoffe aufnehmen, und diejenigen, die aus einem kranken Organismus kommen, müssen die eigenthümlichen Zersetzungsstoffe der Krankheit oder die Krankheitsstoffe, wie ich sie kurz nennen will, mit sich bringen.

Diese Krankheitstoffe müssen den Pilz, der bereits eine spezifische Anpassung besitzt, noch wesentlich in seiner spezifisch infizirenden Wirkung unterstützen, indem sie als giftige Substanz ihm die Concurrenz mit den Lebenskräften des Organismus erleichtern (vergl. S. 44) und auch ihrerseits die bestimmte Zersetzungsrichtung, d. h. die Bildung neuer gleicher oder analoger Krankheitsstoffe befördern.

Es ist nicht nothwendig, dass der Infectionspilz in seinem Innern den Krankheitsstoff in den zu infizirenden Körper hineinführe. Ich wollte bloss zeigen, dass selbst wenn der Pilz auf sich allein angewiesen ist, er an dem eingeschlossenen Krankheitsstoff eine wirksame Unterstützung findet. In vielen Fällen wird der letztere gleichzeitig neben dem Pilz eintreten; die Wirkung wäre aber auch die gleiche, wenn Krankheitsstoff und Pilz getrennt in den Organismus gelangten und erst dort zusammenträfen.

Die Erfahrung giebt noch keinen Aufschluss über die Richtigkeit dieser Theorie. Bei der Diphtherie, wo die Infection der Beobachtung am meisten zugänglich ist, gelangt etwas Schleim von der erkrankten auf eine gesunde Schleimhaut. Der infizirende Schleim enthält reichliche Spaltpilze. Ob er allein ohne Pilze, oder ob diese allein ohne Krankheitsstoff die Erkrankung bewirken können, ist nicht ermittelt. Nur so viel ist gewiss, dass irgend welche andere Spaltpilzformen unwirksam sind; denn die Mund- und Rachenschleimhaut kommt täglich mit mancherlei Spaltpilzen und beim Genusse gewisser Speisen mit sehr grossen Mengen derselben in Berührung ohne nachtheilige Folgen.

Eine gewisse Analogie für die Theorie, dass der entwicklungsfähige Spaltpilz gemeinschaftlich mit einem Krankheitsstoff die Infection verursache, finden wir bei der Gallenbildung auf Pflanzen, wo ebenfalls ein entwicklungsfähiger Keim (Ei) mit einem ätzenden Stoff (wahrscheinlich Ameisensäure) von der Gallwespe in ein lebendes Gewebe gelegt wird. Die eine ohne die andere Ursache würde wirkungslos

sein; beide zusammen veranlassen eine eigenthümliche Wucherung des Zellgewebes, welche so charakteristisch ist als irgend ein Krankheitsbild des menschlichen Körpers. Die Wirkung ist aber ohne Zweifel so aufzufassen, dass das Ei durch den dasselbe begleitenden ätzenden Stoff befähigt wird, mit den lebenden Pflanzenzellen erfolgreich zu concurriren. Es fängt an, sich zu entwickeln, und durch seine fortschreitende Entwicklung, verbunden mit dem Umstande, dass es Nährstoffe für seinen Bedarf aus der Umgebung aufnimmt, wirkt es fortwährend als Reiz und unterhält die Zellbildung in dem umschliessenden Gewebe.

Nachdem ich das Verhalten der Infectionsstoffe im Allgemeinen besprochen habe, will ich auf dasselbe bei den verschiedenen Gruppen der Infectionskrankheiten noch näher eintreten. Wir haben in dieser Beziehung die contagiösen, die miasmatischen (sammt der septischen Infection) und die miasmatisch-contagiösen Krankheiten zu unterscheiden.

Bei den contagiösen Infectionskrankheiten (Blattern, Masern, Scharlach) bedarf es zur Erkrankung nichts weiter, als dass der Ansteckungsstoff von dem kranken Individuum auf eine gesunde Person mit individueller Disposition übertragen wird. Sofern die vorhin ausgesprochene Theorie gegründet ist, wird in diesem Falle die spezifische Ansteckung bestimmt durch eigenthümlich angepasste (nicht spezifische) Formen von Spaltpilzen (contagiösen Infectionspilzen) unter Mitwirkung von eigenthümlichen Zersetzungsstoffen (Krankheitsstoffen).

Die Contagienpilze und die Krankheitsstoffe bilden zusammen die Contagien. Je mehr die einen und die andern die unveränderte Beschaffenheit, die sie im lebenden kranken Körper besassen, behalten haben, desto wirksamer sind sie, und desto geringerer Mengen bedarf es zur Infection. Die wirksamste Infection wäre also dann gegeben, wenn unmittelbar aus dem kranken Organ Pilze und Krankheitsstoffe in das nämliche Organ eines gesunden Körpers (durch Impfung oder Einspritzung) gebracht würden. Diess findet wohl nur in wenigen Fällen statt, wie z. B. bei der Diphtherie, wo unmittelbar von der diphtheritischen Membran etwas Schleim auf die gesunde Schleimhaut durch Anhusten übertragen werden kann.

Bei den meisten contagiösen Krankheiten findet eine solche unmittelbare Ueberlieferung nicht statt. Von dem erkrankten Körper werden in einem meist vorgerückteren Stadium der Krankheit ver-

schiedene Stoffe ausgeschieden, — Schleim, Eiter, Abschuppungen von verschiedenen Häuten, Erbrochenes, feste und flüssige Excremente. In diesen Auswurfsmassen sind die Contagien (sowohl die Pilze als die Krankheitsstoffe) enthalten. Beide haben seit dem Stadium, wo sie die eigentliche Erkrankung verursachten, bis zum Austritt aus dem Körper sehr wahrscheinlich ihre Natur etwas geändert, und die Veränderung kann um so grösser werden, je länger sie noch in den nassen Auswurfsstoffen verharren, ehe sie wieder in einen Körper gelangen, und je mehr sich die Auswurfsstoffe während dieser Zeit chemisch und physikalisch umbilden. Nachdem sie wieder in einen Körper eingetreten sind, müssen sie hier abermals ihre Natur verändern und zwar genau in dem gleichen Maasse, aber in umgekehrter Richtung, um von neuem die Eigenschaften zu erlangen, die sie zur Erzeugung der Krankheit befähigen.

Bei den miasmatischen Infectionskrankheiten kommen die Infectionsstoffe nicht aus einem kranken Körper, sondern aus einem äusseren Medium, in welchem sie entstehen und sich ausbilden, um dann in den menschlichen Organismus einzutreten und hier Erkrankung zu veranlassen. Zu dieser Gruppe von Ansteckungskrankheiten zählt man namentlich das Wechselfieber; mit Rücksicht auf den Ursprung des Infectionsstoffes kann auch die putride Infection hier besprochen werden. Die letztere ist unter allen Krankheiten experimentell am besten bekannt. Von den ziemlich zahlreichen Versuchen, die mit Einspritzung oder Impfung von faulenden Flüssigkeiten bei Thieren angestellt wurden, geben indess nur wenige einigermassen sichere und brauchbare Resultate. Ich glaube, dass aus den vorliegenden Beobachtungen mit ziemlicher Gewissheit folgende Sätze sich ableiten lassen.

1) Eine faule Flüssigkeit wirkt am heftigsten, wenn sie unverändert ins Blut eingeführt wird.

2) Dieselbe wirkt zwar noch sehr stark, aber doch weniger heftig, wenn die Spaltpilze vorher durch Erhitzen getödtet oder durch Filtration vermittelst Thonzellen daraus entfernt wurden.

3) Die gut ausgewaschenen Spaltpilze einer faulen Flüssigkeit sind in ziemlicher Menge fast wirkungslos; in grosser Menge aber verursachen sie Vergiftung.

Man könnte hieraus den Schluss zu ziehen geneigt sein, dass die faule Flüssigkeit allein, die Spaltpilze dagegen nicht schädlich seien.

Doch berechtigen hiezu die Beobachtungen keineswegs. — Da bei diesen Versuchen immer grössere Mengen eingespritzt werden, so ist leicht begreiflich, dass eine spaltpilzfreie faule Flüssigkeit heftige Krankheitserscheinungen hervorruft. Die Fäulnisspilze wirken jedenfalls hauptsächlich durch die Producte der Fäulniss, die sie veranlassen. Wenn man nun die letzteren in hinreichender Menge ins Blut bringt, so bedarf es der Pilze zur Vergiftung nicht mehr. — Uebrigens ist zu erwähnen, dass Spaltpilze sich jederzeit in geringer Menge im Blute befinden, und dass sich dieselben stark vermehren müssen, sobald sie durch einen giftigen Stoff in der Concurrenz mit den Lebenskräften des Körpers unterstützt werden.

Ebenso begreiflich ist es, dass die Spaltpilze um so unwirksamer sind, je besser sie ausgewaschen wurden. Dies spricht gerade für meine Ansicht, dass für die Infection die Gegenwart eines Krankheits- oder Zersetzungsstoffes neben den Pilzen sehr wichtig ist. Uebrigens muss bemerkt werden, dass die Spaltpilze, auch wenn sie noch so gut ausgewaschen sind, Erkrankung bewirken, sobald man sie in ausreichender Menge ins Blut bringt. Es ist dabei zu beachten, dass das Auswaschen nur die äusserlich anhängenden, nicht die im Innern der Zellen möglicher Weise enthaltenen schädlichen Zersetzungsstoffe entfernt. — Bei der Beurtheilung der Auswaschungsversuche ist übrigens anderseits zu berücksichtigen, dass durch die Behandlung selbst die Fäulnisspilze möglicher Weise in ihrer Beschaffenheit geändert und weniger wirksam gemacht wurden. Inwieweit diess etwa geschehen sei, dafür mangeln alle Anhaltspunkte, weil keine genügenden Controlversuche darüber Aufschluss geben. Ueberhaupt werden wir erst in allen diesen Fragen die richtige Einsicht erlangen, wenn die Versuche mit besserer Kenntniss der Spaltpilze, mit genauerer Fragestellung und mit allen erforderlichen Vorsichtsmassregeln, namentlich auch mit allen wünschenswerthen Controlversuchen wiederholt werden.

Wie beim Einspritzen einer durch Spaltpilze gefaulten Flüssigkeit, sehen wir die Wirkung dieser Pilze auch deutlich bei verschiedener Behandlung von Wunden, ohne jedoch für die Erkenntniss etwas zu gewinnen. Wunden, welche durch Spaltpilze in Fäulniss übergehen, vergiften das Blut und verursachen Pyaemie und Septikaemie. Werden aber, wie diess bei der antiseptischen Verbandmethode geschieht, durch Carbolsäure u. s. w. die Spaltpilze in der Wunde unwirksam gemacht, so bleiben jene schädlichen Folgen aus. Im ersteren

Falle gehen wahrscheinlich sowohl die Fäulnissstoffe als die Spaltpilze ins Blut über; aber eine thatsächliche Gewissheit hiefür gegenüber allfälligen Behauptungen, dass nur die einen oder die andern die Vergiftung bewirken, lässt sich nicht beibringen.

Beim Wechselfieber kommt der Infectionsstoff aus dem Boden von Sumpfgegenden; er ist in der über demselben befindlichen Luft enthalten, die desswegen als Malaria bezeichnet wird. Der Infectionsstoff kann aus den früher angegebenen Gründen nicht gasförmig sein. Es ist ferner nicht denkbar, dass er eine chemische Verbindung sei; denn wenn er auch nicht in den winzigen Mengen aufgenommen wird, wie ein contagiöser Stoff, so darf die Menge, in welcher er während kurzen Aufenthaltes auf Malariaboden in den Körper gelangt, doch als zu gering betrachtet werden, um eine giftige Wirkung auszuüben. Der Infectionsstoff muss daher auch in diesem Falle ein vermehrungsfähiger Organismus und zwar ein Spaltpilz sein.

Ob der Malariapilz allein infizirt oder ob er aus dem Boden einen giftigen Zersetzungsstoff mitbringt, welcher ihn in der Concurrenz mit den Lebenskräften des Organismus unterstützt, bleibt fraglich. Doch ist mir das Letztere aus Gründen der Analogie sehr wahrscheinlich.

Es giebt nicht nur Infectionskrankheiten, bei denen die Ansteckungsstoffe vom kranken auf den gesunden Menschen, und solche, bei denen die Ansteckungsstoffe vom Boden auf den Menschen übertragen werden, sondern auch solche, wo die beiden Ursachen zusammenwirken. Diess sind die miasmatisch-contagiösen Krankheiten[1]).

Es ist das Verdienst Pettenkofer's, unwiderleglich gezeigt zu haben, dass bei Typhus, Cholera, gelbem Fieber zwei Momente zusammentreffen müssen, um Ansteckung zu bewirken, eines, das vom Kranken, und eines, das vom Boden kommt. Das letztere wird nicht

1) Wenn ich den Ausdruck miasmatisch-contagiös brauche, so geschieht es immer in dem Sinne, dass zur wirksamen Ansteckung beide Momente zusammentreffen müssen. Der Ausdruck Bodenkrankheiten, der in neuerer Zeit auch gebraucht wird, bezeichnet zugleich die miasmatischen und die miasmatisch-contagiösen Krankheiten (letztere in dem eben angegebenen Sinne). — Uebrigens ist zu bemerken, dass das Wort miasmatisch-contagiös auch noch in anderer Bedeutung angewendet wird, nämlich für contagiöse Krankheiten, die zuweilen auch spontan (miasmatisch) entstehen sollen (z. B. für Diphtherie). In dieser Bedeutung scheint das Wort überflüssig zu sein.

von jedem Boden und von dem gefährlichen Boden nicht zu jeder Zeit geliefert; es ist desshalb ein örtlich-zeitliches. Ich werde hierauf bei den hygienischen Eigenschaften des Bodens zurückkommen. Für jetzt handelt es sich nur darum, worin die beiden Infectionsmomente bestehen. In dieser Beziehung giebt es zwei Möglichkeiten:

1) Der vom Kranken kommende Ansteckungskeim muss, ehe er wirklich zu infiziren vermag, ein Stadium in einem siechhaften[1]) Boden durchmachen.

2) Der siechhafte Boden bewirkt in den Bewohnern eine (miasmatische) Infection, ohne welche der vom Kranken kommende (contagiöse) Ansteckungskeim nicht sich zu entwickeln vermag.

Eine dritte Möglichkeit giebt es nicht. Um eine kurze Bezeichnung für die beiden Theorien zu haben, mag die erstere die monoblastische, die zweite die diblastische heissen, weil bei jener nur ein einziger Infectionskeim, bei dieser zwei verschiedene Infectionskeime in den Körper gelangen.

Pettenkofer hat den vom Kranken kommenden Keim x, das Substrat, welches Ort und Zeit dazu liefern müssen, y und das daraus hervorgehende Product, das eigentliche Infectionsgift z genannt und es zunächst unbestimmt gelassen, wo x und y sich zu z vereinigen, ob ausserhalb oder innerhalb des menschlichen Körpers. Doch neigte die Vorstellung mehr dahin, dass die Vereinigung ausserhalb geschehe, im Boden, im Haus, im Abtritt u. s. w. Und bald wurde diese monoblastische Theorie, welche $x + y$ als z in den Körper eintreten lässt, allgemein[2]).

1) Ich will zur kurzen und deutlichen Bezeichnung den Boden, welcher den miasmatisch-contagiösen Krankheiten eine günstige Stätte bietet, siechhaft („nicht-immun"), denjenigen, welcher es nicht thut, siechfrei („immun") nennen. Von den verschiedenen Lokalitäten sind die einen immer, die andern nur zeitweise siechfrei; im erstern Falle ist eine Epidemie der miasmatisch-contagiösen Krankheiten immer, im zweiten zeitweise unmöglich. Auch der gefährlichste Boden ist in der Regel nur zu bestimmten Zeiten siechhaft.

2) Wenn ich sage „allgemein", so gilt diess wenigstens von der Praxis, indem bei der Besprechung einzelner Fälle bloss die monoblastische Lehre in Anspruch genommen wird. In der Theorie wird zwar immer noch vorausgesetzt, dass x und y nicht bloss ausserhalb, sondern gelegentlich auch innerhalb des Organismus sich vereinigen. Diese Vorstellung muss nach meiner Ansicht aufgegeben werden. Ich halte es physiologisch für unmöglich, sich irgend eine Beschaffenheit von x und y auszudenken, bei welcher die Vereinigung bald am einen, bald am andern Orte vor sich gehen könnte.

Zuerst will ich die Frage erörtern, wie sich die beiden Theorien zu der Physiologie der Spaltpilze, und nachher, wie sie sich zur Erfahrung über die miasmatisch-contagiösen Krankheiten verhalten.

Beginnen wir mit der monoblastischen Theorie, so kann der vom Kranken kommende Keim (x) nur ein Spaltpilz sein. Zu den Gründen, aus welchen im Allgemeinen die Infectionsstoffe nur Spaltpilze sein können, kommt hier noch der besondere hinzu, dass wir von einem nicht organisirten chemischen Stoffe eine Veränderung im Boden, wie sie nothwendig wäre, nicht begreifen würden. — Es bleibt also für die monoblastische Theorie nur die mögliche Annahme, dass der Infectionspilz erst dann im menschlichen Körper wieder entwicklungsfähig sei, wenn er zuvor ausserhalb desselben ein Entwicklungsstadium durchgemacht habe, und man kann für diese Annahme als Analogie das Beispiel der heteröcischen Pilze in Anspruch nehmen.

Ich habe schon oben (S. 36) erwähnt, dass es Pilze giebt, welche regelmässig verschiedene Formen durchlaufen und zu diesem Behufe auf verschiedenen Pflanzen leben. Der Getreiderost ist auf dem Getreide nur dann wieder entwicklungsfähig, wenn er im Frühjahr eine Generation auf dem Berberitzenstrauch durchgemacht hat. Mit der Heteröcie ist ein Wechsel der Lebensweise, der Ernährung, des Chemismus verbunden. Physiologisch können wir uns diess etwa so erklären, dass der Pilz auf einer Wohnstätte seine Bedürfnisse nicht vollkommen zu befriedigen vermag und daher zu Grunde geht, wenn er nicht den Mangel auf einer andern Wohnstätte ersetzen kann. Dem entsprechend möchte die Annahme gerechtfertigt erscheinen, dass auch gewisse Infectionspilze das im menschlichen Körper gestörte Gleichgewicht durch einen Aufenthalt ausserhalb desselben wieder herstellen müssten.

Von Seite der Pflanzenphysiologie dürfte gegen eine solche Heteröcie der Infectionspilze an und für sich nichts einzuwenden sein. Nur ist zu bemerken, dass wir eine neue Form der Heteröcie oder des Generationswechsels hätten, für welche bis jetzt eine Analogie mangelt. Denn der so ausserordentlich häufige Generationswechsel im Pflanzenreich weist die ausnahmslose Regel auf, dass von den zwei oder mehreren Generationsformen, die mit einander regelmässig abwechseln, nur e i n e Form sich durch mehrere, gewöhnlich durch unbestimmt viele Generationen wiederholt, während die übrigen Formen nur je

in einer einzigen Generation vertreten sind. Das Bestehen dieser Regel zeigt uns, dass der physiologische Grund für die Heteröcie, den ich vorhin angegeben habe, nicht allein massgebend ist, sondern dass der Generationswechsel offenbar durch allgemeine Ursachen geregelt wird, die uns noch unbekannt sind.

Um nun die Heteröcie der Infectionspilze der allgemeinen Regel anzupassen, müssten wir annehmen, dass dieselben entweder im Boden oder im menschlichen Körper nur eine einzige Generation durchlebten. Beide Annahmen sind aus mehreren Gründen ganz unmöglich. Einmal dauert ihr Aufenthalt am einen und am andern Orte so lange dass sie nothwendig sehr zahlreiche Generationen bilden müssen; denn ein Spaltpilz, der Nährstoffe findet, nimmt dieselben auf und vermehrt sich. Ferner wäre, wenn die Pilze am einen Orte nur eine einzige Generation durchliefen und somit ihre Zahl daselbst nicht vermehrten oder bloss verdoppelten, aus Wahrscheinlichkeitsgründen gar keine Aussicht vorhanden, dass sie wieder an den andern Ort hingelangten, wenn wir bedenken, wie viele Individuen immer zu Grunde gehen, wie viele den Wohnort nicht verlassen können und wie viele, wenn sie ihn verlassen, ihr Ziel verfehlen. Endlich ist die Annahme einer einzigen Generation im Körper auch desshalb unstatthaft, weil zum wirksamen Infectionsgeschäft offenbar eine Vermehrung auf eine beträchtliche Zahl erfordert wird.

Es muss noch einer Thatsache erwähnt werden, die dem heterröcischen Generationswechsel ebenfalls nicht günstig ist. Die Spaltpilze besitzen bereits einen Generationswechsel und zwar in gleicher Weise, wie die ihnen morphologisch gleichwerthige Algengruppe der Nostochineen. Er besteht darin, dass die eine Generationsform als Ruhesporen auftritt.

Aber die Heteröcie der Infectionspilze steht nicht bloss an und für sich ohne Analogie da; sie wird ferner in einzelnen Fällen, wo man sie gerade zur Erklärung sonst räthselhafter Erscheinungen braucht, wegen der Lebensbedingungen der Spaltpilze unwahrscheinlich und geradezu unmöglich. Diese Pilze bedürfen, um zu wachsen und sich zu vermehren, einer ausreichenden Wassermenge, und zwar einer grösseren als die Schimmelpilze. An einer trockenen Oberfläche (Wand, Mauer) oder in einer trockenen porösen Substanz (Erdboden, Mauerwerk) wachsen gar keine Pilze. Nimmt die Feuchtigkeit zu, so bilden sich zuerst Schimmelpilze, und erst wenn wirkliche Benetzung eintritt,

sodass für die Schimmelbildung zu viel Wasser vorhanden ist, entstehen Spaltpilze[1]).

Die monoblastische Theorie muss mit Rücksicht auf die Ausbreitung der Seuchen annehmen, dass die Infectionspilze, die aus dem Kranken kommen, an der Wand eines Zimmers, im Keller, auf der Erdoberfläche sich vermehren und nach kurzer Frist in den Menschen wieder zurückkehren. An den genannten Orten aber vermögen sie wegen zu grosser Trockenheit im Allgemeinen nicht zu wachsen und sich zu vermehren. Sie müssten zu diesem Ende an eine benetzte Oberfläche oder ins Innere einer benetzten Substanz gelangen; und diese Bedingung würden sie nur ausnahmsweise an der Erdoberfläche, in der Regel bloss in einer tieferen (vom Grundwasser bespülten) Bodenschichte finden. Wie ich in dem folgenden Kapitel zeigen werde, können Spaltpilze oder überhaupt Infectionsstoffe von einer benetzten Stelle, wo sie sich gebildet haben, erst wegkommen, wenn dieselbe ausgetrocknet ist. Es müsste also auf die Regeneration der Infections-

1) Ich habe oben erwähnt, dass vielleicht die Meinung gehegt werden könnte (und es bestehen dafür wirklich Andeutungen), die Infectionskeime seien nicht Spaltpilze, sondern noch einfachere und kleinere Organismen. Man könnte nun vermuthen, solche einer einfacheren Organisationsstufe angehörende Wesen möchten andere Lebensbedingungen haben als Spaltpilze und demgemäss auch an einer bloss feuchten (nicht benetzten) Stelle wachsen und sich vermehren. Ich halte diess aus Gründen der Analogie für physiologisch unmöglich. Die Ursache, warum Schimmelfäden und Hefenzellen sich ungleich verhalten, ist nach meiner Ansicht folgende:

Je vollständiger eine Zelle austrocknet, um so längerer Zeit bedarf es, bis sie nach dem Wiederbefeuchten zu ihrer normalen Thätigkeit zurückgekehrt ist. An einer feuchten Wand verdichtet sich mit den Temperaturerniedrigungen etwas Dampf zu Wasser, welches von den Zellen aufgenommen wird. Daher leben die Zellen im Allgemeinen Nachts und bei feuchtem kälterem Wetter auf und vertrocknen nachher wieder mehr oder weniger. Diesen Wechsel ertragen die Schimmelfäden ungleich besser als die Spaltpilze; sie trocknen nämlich viel weniger stark ein, weil ihre Masse um das Tausendfache beträchtlicher ist und weil sie in Folge ihres langsamen Wachsthums fast an der ganzen Oberfläche mit einer dünnen Cuticula (Korksubstanz) überzogen sind. Sie haben daher das Vermögen, mit jeder schwachen Befeuchtung wieder aufzuleben und weiter zu wachsen, während die Spaltpilze wegen ihrer äussersten Kleinheit sehr stark vertrocknen und dadurch in ihrer molekularen Beschaffenheit sich bedeutend verändern, sodass sie während der kurzdauernden Befeuchtungen sich nicht zu erholen vermögen. Bei einem noch kleineren Organismus, als es die Spaltpilze sind, müsste das periodische Austrocknen wo möglich noch schlimmere Folgen haben. Denn wir mögen uns diese einfachsten organisirten Körper denken, wie wir wollen, sie müssen immer aus pflanzlicher oder thierischer Substanz bestehen und sich wie eine solche Substanz verhalten.

stoffe im Boden erst das Austrocknen, und da es sich fast immer um eine tiefere Bodenschicht handelt, erst das Sinken des Grundwassers und in Folge dessen das Austrocknen eintreten, ehe jene wieder in die Atmosphäre zurückkehren könnten. Es müsste also nach der monoblastischen Theorie eine Zeit von mehreren Wochen, meistens sogar eine Zeit von mehreren Monaten vergehen, ehe die von dem Kranken kommenden Keime wieder zu infiziren vermöchten, eine Forderung, die mit den Thatsachen im Widerspruche sich befindet.

Nehmen wir aber an, dass ausnahmsweise die Spaltpilze ausserhalb des Erdbodens (in Gebäuden) oder an dessen Oberfläche geeignete (benetzte) Brutstätten finden, so macht eine andere Schwierigkeit die monoblastische Theorie unmöglich. Da es nachgewiesen ist, dass dem Ausbruche von miasmatisch-contagiösen Krankheiten ein Sinken des Grundwassers vorausgehen muss, so müsste das sinkende Grundwasser auf jene Brutstätten irgend einen Einfluss ausüben, welcher allein sie befähigte, die vom Kranken kommenden Infectionsstoffe zu regeneriren. Es lässt sich nun gar nicht denken, wie eine solche Beeinflussung möglich wäre, weder auf materiellem noch auf immateriellem Wege.

Die Physiologie der Spaltpilze ist, wie aus den vorstehenden Erörterungen hervorgeht, der monoblastischen Theorie durchaus ungünstig. Untersuchen wir nun, wie es sich mit der diblastischen Theorie verhält, welche das x, das vom Kranken, und das y, das vom siechhaften Boden kommt, nach Zeit und Raum getrennt, in den menschlichen Körper eintreten lässt. Zunächst ist zu entscheiden, welche Beschaffenheit wir dem x und y zuzuschreiben haben. Das eine von beiden muss sicher ein Spaltpilz sein; das andere aber könnte ein Zersetzungsstoff sein, welcher den Pilz in der Concurrenz mit den Lebenskräften des Körpers unterstützte.

Wir könnten also annehmen, dass die Krankheit einen Pilz und der Boden eine bei Fäulniss- und Verwesungsprocessen sich bildende chemische Verbindung, oder umgekehrt, dass der Boden einen Pilz und die Krankheit einen Krankheitsstoff zur Infection liefere. Beides indess trifft auf bedeutende Schwierigkeiten. Einmal müsste der Eintritt der beiden Momente (x und y) in den Körper nahezu gleichzeitig erfolgen, während, wie wir sehen werden, die Verbreitung der Krankheiten deutlich darauf hinweist, dass das y des Bodens lange vor dem x, das vom Kranken kommt, eintritt und eine bestimmte Wirkung vollzieht; dann lässt sich das Eindringen winziger Mengen von chemischen

Verbindungen, sodass sie eine merkbare Störung vollbringen, kaum denken; ich verweise auf das früher Gesagte (S. 57), sowie auf das Kapitel über den Eintritt der Infectionsstoffe in den Körper.

Es besteht aber noch die andere Möglichkeit, dass sowohl das x, das vom Kranken, als das y, das vom Boden herstammt, Spaltpilze seien. Dann sind bei den miasmatisch-contagiösen Krankheiten zweierlei Infectionspilze zu unterscheiden, Krankheitspilze und Bodenpilze. Das Zusammenwirken der beiden lässt sich nur so denken, dass die Bodenpilze die chemische Beschaffenheit einer Flüssigkeit im Körper in der Weise verändern, dass dieselbe jetzt hinreichend günstige Bedingungen für das Gedeihen der Krankheitspilze besitzt.

In dieser Gestalt enthält die diblastische Theorie keine Annahme, welche mit dem, was wir jetzt über die niederen Pilze wissen, im Widerspruch wäre. Es ist im Gegentheil eine ganz allgemeine Erscheinung, dass eine Substanz zuerst durch einen Pilz verändert werden muss, ehe ein anderer Pilz darin vermehrungs- und wirkungsfähig wird.

In einer Nährlösung mit zwei Procent Weinsäure wachsen die Spaltpilze nicht, auch wenn sie allein sind. Siedelt sich aber eine Vegetation von Schimmelpilzen oder von Sprosspilzen an, so verzehrt dieselbe die Säure und macht die Nährflüssigkeit geeignet für Spaltpilze, welche nun in zahlloser Menge auftreten. — Ich habe bereits früher erwähnt, dass in Traubenmost oder in einem Fruchtsaft sich zuerst die Sprosspilze vermehren, welche den Zucker in Weingeist umwandeln. Sie bereiten den Nährboden für die Pilze der Kahmhaut und der Essigmutter, welche den Weingeist zu Essigsäure oxydiren. Jetzt ist die Flüssigkeit für die Schimmelpilze günstig geworden, welche die Säure als Nahrung verwenden und die Flüssigkeit neutral machen, sodass dann die Spaltpilze der Fäulniss ihre Thätigkeit beginnen können.

Dieser Wechsel der Pilzvegetationen, welcher darauf beruht, dass die eine für die andere einen günstigen Nährboden bereitet, ist besonders in die Augen fallend, wenn es sich um Pilze handelt, die verschiedenen Gruppen angehören. Er kommt aber auch bei Formen der nämlichen Gruppe vor, nur ist er hier meistens weniger leicht nachzuweisen. In dem vorhin erwähnten Beispiele folgen die Sprosspilze der Kahmhaut auf diejenigen der Weinhefe. Es sind ferner Andeutungen vorhanden, dass auf die Spaltpilze der Milchsäuregährung

diejenigen der Buttersäuregährung oder diejenigen der ammoniakalischen Fäulniss folgen[1]).

Aus der bisherigen Betrachtung ergiebt sich, dass mit Rücksicht auf die Physiologie der Pilze von den beiden möglichen Theorieen über die miasmatisch-contagiösen Ansteckungsstoffe die diblastische vor der monoplastischen den Vorzug verdient, und zwar in der Form, dass sowohl die vom Kranken als die vom siechhaften Boden in den Körper eintretenden Infectionskeime Spaltpilze sind. Es müssen die beiden Theorieen noch mit Rücksicht auf die Erfahrung über die miasmatisch-contagiösen Krankheiten geprüft werden.

Nach der bisherigen monoblastischen Theorie vereinigt sich das x, das vom Kranken kommt, mit dem y eines siechhaften Bodens zu dem infectionstüchtigen z, das sich nun wie ein rein contagiöser Infectionsstoff verhält. Es entsteht zwar bloss an einem bestimmten Ort und zu einer bestimmten Zeit; allein es kann von da so weit und während so langer Zeit verbreitet werden, als es überhaupt seine ansteckende Kraft bewahrt. Das z ist nicht bloss an dem siechhaften Orte, wo es sich gebildet hat, ansteckungstüchtig; wenn es hier während 8 oder 21 Tagen (z. B. im lufttrockenen Zustande) seine Wirksamkeit behält,

1) Die Theorie, welche ich im Texte entwickelte, dass bei den miasmatisch-contagiösen Krankheiten die Bodenpilze im menschlichen Körper eine für die Contagienpilze günstige miasmatische Vorbereitung schaffen müssen, ist die unmittelbare Wiedergabe der thatsächlichen Erfahrung, die uns zeigt, dass zwei Momente, eines vom Boden und eines vom Kranken kommend, zusammen die Ansteckung bewirken. Innerhalb dieses allgemeinen Rahmens bleiben der Pilzphysiologie noch verschiedene mögliche Hypothesen, die ich bloss in ihrem wichtigsten Gegensatz andeuten will.

Entweder ist die Wirksamkeit der beiden Pilzformen eine qualitativ verschiedene; die Contagienpilze können sich nur entwickeln, wenn die Miasmenpilze eine bestimmte Umstimmung in den Säften zu Stande gebracht haben. Ich habe auch im Text, um ein concretes Bild zu geben, diese Form des Ausdrucks gewählt.

Oder die Contagienpilze sind in der geringen Zahl, in der sie der Natur der Umstände gemäss in den Körper kommen, zu schwach, um mit den Lebenskräften zu concurriren, und vermögen desshalb nur Infection zu bewerkstelligen, wenn der Organismus durch die Miasmenpilze genugsam geschwächt ist. In hinreichender Zahl könnten sie allein (ohne Hülfe von Bodenpilzen) Cholera, Typhus, Gelbfieber erzeugen. Diese Krankheiten müssten dann auch immer durch ausreichende Impfungen übertragbar sein.

Ich gestehe, dass mir die letztere Hypothese aus physiologischen Gründen als die wahrscheinlichere vorkommt.

so kann es dieselbe nicht verlieren, wenn es innerhalb dieser Zeit 10 oder 100 oder 1000 Meilen weit fortgetragen wird. Es können also Personen angesteckt werden, die nie einen siechhaften Ort auch nur von Weitem gesehen haben; aber sie können es nur durch einen Infectionskeim, der von einem solchen Orte herkommt. Ebenso wie das z sollen auch die noch getrennten x und y transportabel sein.

Nach der diblastischen Theorie dagegen tritt das y des Bodens und das x der Krankheit getrennt in den Körper ein, und zwar das erstere früher. Auf einer siechhaften Lokalität bildet sich die miasmatische Infection im Körper aus; diese kann nur hier erlangt werden. Aber die miasmatisch infizirte Person kann ihre Disposition überall hin tragen und überall durch Aufnahme des Krankheitspilzes x erkranken. Personen, die nie auf einem siechhaften Boden so lange sich aufhielten, bis sie durch die Bodenpilze eine hinreichende Umstimmung in ihren Säften erfahren haben, können überhaupt nicht von einer miasmatisch-contagiösen Krankheit befallen werden. Nur x ist transportfähig, y nicht[1]).

Lyon ist eine siechfreie Stadt, in welcher die Cholera nicht epidemisch auftritt. Aber einzelne Fälle dieser Krankheit können vorkommen. Nehmen wir diejenigen Fälle aus, wo Personen mit dem vollständigen Krankheitskeim in ihrem Innern von anderswoher kommen, so sind noch folgende Fälle je nach der einen oder andern Theorie möglich. Die Cholera herrsche in Marseille oder in Ostindien; es kommen gesunde oder kranke Personen von da nach Lyon und bringen das z der monoblastischen Theorie an ihren Kleidern mit. Dadurch können nach dieser Theorie Leute angesteckt werden, welche ihrer Lebtage Lyon nicht verlassen haben, ebenso hergereiste Leute, die gleichfalls aus siechfreien Gegenden kommen. — Nach der diblastischen Theorie wäre diess unmöglich. Dagegen könnten Personen, die z. B. in München nach einem starken Sinken des Grundwassers die miasmatische Infection in sich aufgenommen haben und die einer in München drohenden Typhusepidemie entgehen wollten, in Lyon mit einem Cholerakranken aus Indien zusammentreffen und an Cholera

1) Diese Behauptung steht im Gegensatze zu der oben erwähnten Annahme, nach welcher auch y transportfähig (verschleppbar) sein soll. Die Verbreitung und lokale Beschränkung der Infectionskrankheiten erlaubt nach meinem Dafürhalten die letztere Annahme nicht; ich werde nach Anführung der verschiedenen concreten Fälle diese Frage noch besonders erörtern.

sterben, während die Bewohner der siechfreien Stadt vor der Ansteckung geschützt sind. Es hätte sich in diesem Falle der indische Cholerapilz mit dem Münchner Bodenpilz in Lyon zu gemeinsamer Action vereinigt.

Dieses Beispiel dürfte den Unterschied zwischen der monoblastischen und diblastischen Theorie hinreichend illustriren. Wenn man bei Cholera und Typhusfällen in siechfreien Ortschaften die Provenienz des miasmatischen und des contagiösen Ansteckungsmomentes gehörig ermittelt, so wird es nicht schwer sein, die Beweise für die eine oder andere Theorie zu erbringen.

Bis jetzt bestand der Streit zwischen den reinen Contagionisten, welche den Ansteckungskeim bloss von dem Kranken ableiteten, den reinen Miasmatikern, welche ihn von aussen (Luft und Wasser) herkommen liessen, und den Anhängern der monoblastischen miasmatisch-contagiösen Theorie, welche für die contagiöse Ansteckung den Boden als Bindeglied einschaltete.

Jede dieser drei Theorieen kann sich auf unwiderlegliche Thatsachen berufen; die meisten stehen der dritten zu Gebote, welche die beiden ersteren gewissermassen vereinigt. Allein es scheint mir, dass dieselbe nicht alle Schwierigkeiten zu überwinden vermag, dass es namentlich unzweifelhafte Thatsachen persönlicher (contagiöser) Ansteckung giebt, mit denen sie unverträglich ist, und welche nur von der diblastischen Theorie befriedigend erklärt werden können.

Da es sich nicht um den Beweis handelt, dass der Boden eine entscheidende Rolle spiele (dieser Beweis ist mehr als genügend erbracht), sondern gerade darum, dass in den miasmatisch-contagiösen Krankheiten ein rein contagiöses Moment thätig sei, wie es die diblastische Theorie verlangt, so nehme ich die Beispiele am besten aus den Publikationen eines Gegners der Ansteckung von Person zu Person und Anhängers der monoblastischen Theorie, und diess um so lieber, als die Untersuchungen Pettenkofer's sich so vortheilhaft durch nüchterne und kritische Behandlung des Stoffes auszeichnen.

Es versteht sich, dass in den meisten Fällen die monoblastische und die diblastische Theorie sich im Streite mit den Contagionisten und Miasmatikern ganz gleich verhalten, indem sie den einen gegenüber das Vorhandensein eines miasmatischen, den andern gegenüber das Vorhandensein eines contagiösen Momentes darthun. Unter einander aber sind sie rücksichtlich der Erklärung dieser Fälle ungleicher Ansicht. Wenn z. B. in London eine Person in einem cholerafreien

Stadttheil, welche sich Wasser aus einem infizirten Stadttheil holen lässt, erkrankt, wenn in der Umgegend von Zürich eine Person, welcher aus der cholerakranken Stadt Rindsfüsse gebracht werden, an Cholera stirbt, und wenn ferner behauptet wird, dass die Ansteckung weder durch den Genuss des Wassers noch der Rindsfüsse, sondern durch einen an den Kleidern mitgebrachten Keim erfolgt sei, so nimmt die monoblastische Theorie an, dieser Keim sei das z, in welchem die beiden Infectionsmomente vereinigt sind; die diblastische Theorie aber setzt voraus, dieser Keim sei bloss das x, das unmittelbar vom Kranken kommt, und er habe nur desshalb Wurzel fassen können, weil die Personen, welche erkrankten, miasmatisch infizirt waren. — Die Thatsachen der Erfahrung, welche über den Gegensatz der monoblastischen und diblastischen Theorie Aufschluss geben, gehören folgenden 8 Kategorieen an.

1) Die Cholera stirbt auf dem Weg durch die Wüste aus, wenn die Reise länger als 21 Tage dauert; Schiffe, die längere Zeit auf See sind, können die Cholera ebenfalls nicht verschleppen, da Wüstenboden und Schiffe auf offenem Meer [1]) siechfrei sind. Daraus folgt, dass der Cholerakeim (x oder z) nur während mehreren Wochen unverändert bleibt. Hieraus, sowie auch aus dem Umstande, dass in so vielen Fällen nur sehr wenig Ansteckungsstoff eingeschleppt werden kann, folgt weiter, dass eine Choleraepidemie an einem Orte, wo sie nicht endemisch ist, in ungleicher Weise beginnen muss, je nachdem die monoblastische oder diblastische Theorie richtig ist.

Nach der monoblastischen Theorie kann x, y und z eingeschleppt werden. Wäre es x allein, so müsste dasselbe zuerst mit dem y des Bodens sich vereinigen, es müsste an einem benetzten Orte sich vermehren, wie ich früher (S. 73) gezeigt habe. Bis nun das ansteckungstüchtige z in die Personen gelangte, würde eine längere Zeit (unter gewissen Umständen selbst mehrere Monate) vergehen; und es könnte nicht, wie es in Wirklichkeit der Fall ist, die Cholera nach einigen Tagen oder längstens nach mehreren Wochen ausbrechen. — Würde aber z allein oder y zugleich mit x importirt, so könnten dadurch anfänglich (so lange die genannten Infectionsstoffe wirksam bleiben und soweit sie ausreichen) einige oder mehrere Cholerafälle verursacht werden, dann müsste ein längerer Stillstand eintreten, bis das einge-

1) Seltene Fälle ausgenommen, wo Epidemieen auf Schiffen vorkommen.

schleppte oder das neugebildete einheimische x sich zu z regenerirt hätte. Der Verlauf der Choleraepidemie ist mit diesen Folgerungen im Widerspruch.

Nach der diblastischen Theorie ist nur x verschleppbar; dasselbe infizirt einzelne durch das y des Bodens disponirte Personen. Von diesen kann der Ansteckungsstoff x unmittelbar wieder auf miasmatisch disponirte Personen übertragen werden, so dass, wie es wirklich der Fall ist, eine Unterbrechung in der Epidemie nicht einzutreten braucht, sondern eine ununterbrochene Zunahme derselben möglich ist.

2) Ganz das Nämliche gilt für Choleraepidemieen, welche ausnahmsweise auf Schiffen vorkommen. Im Allgemeinen stellen die Schiffe einen siechfreien Boden dar; dass es aber solche giebt, die sich ähnlich verhalten wie siechhafter Erdboden, ergiebt sich mit grösster Evidenz aus Schiffen mit Gelbfieber (vergl. Nr. 5) und ebenso aus Choleraschiffen. Die Epidemieen auf den letzteren verlaufen ganz so wie auf dem Lande. Einen Tag nach dem andern können wieder Erkrankungen stattfinden; die letzten Cholerafälle wurden auf 7 verschiedenen mit Epidemieen behafteten Schiffen beobachtet am 27., 30., 31., 33., 35., 39. und 56. Tag nach der Abfahrt. Die Incubation der Krankheit dauert gewöhnlich 14 Tage, längstens 21 Tage; in den angeführten 7 Beispielen muss die Infection auf dem Schiffe selbst stattgefunden haben; es kann nicht angenommen werden, dass die so spät Erkrankten schon auf dem Lande vor der Abfahrt angesteckt wurden.

Die monoblastische Theorie ist nun zu der Annahme genöthigt, es sei bei der Abfahrt so viel Infectionsstoff (z oder x + y) auf das Schiff gekommen, um für eine ganze Epidemie auszureichen. Gegen die Zulässigkeit dieser Vermuthung sprechen aber die Erfahrungen, welche der ganze übrige Verkehr auf Schiffen ergiebt. Es ist eine ganz allgemeine Erscheinung, dass Schiffe nach längerer Seefahrt keinen Infectionsstoff ans Land bringen, und dass die vereinzelten Cholerafälle in die erste Zeit nach der Abfahrt fallen. Nur wenn sich die Erkrankungen zur Epidemie steigern, kann sich diese weiter hinausziehen und die Frist überschreiten, nach welcher der Infectionsstoff unwirksam wird. Es deutet diess mit der allergrössten Wahrscheinlichkeit darauf hin, dass die Epidemie auf Schiffen durch Ansteckung fortdauert. Wir werden also auf die diblastische Theorie hingewiesen, und zwar stehen uns da zwei Annahmen offen.

Nach der ersteren sind einzelne Schiffe siechhaft und infiziren

ihre Bewohner miasmatisch, wie es ein siechhafter Erdboden thut, so dass in Folge dessen das Contagium x, welches meistens wohl durch infizirte Personen an Bord kommt, eine günstige Stätte für seine Entwicklung findet. Dass reinliche Fahrzeuge nicht vor Epidemieen schützen und schmutzige dieselben nicht bedingen, ist kein Grund gegen die obige Annahme, da das Gleiche auch für den Erdboden gilt, worüber ich auf das spätere Kapitel, die hygienischen Eigenschaften des Bodens verweise. Die Möglichkeit dieser Annahme geht übrigens aus Nr. 5 hervor.

Die andere Annahme ist die, dass ein Theil der Schiffsbevölkerung das Miasma y auf dem Lande in sich aufgenommen hatte und nun auf dem Schiffe durch das von den Kranken kommende Contagium x gerade so infizirt wurde, wie es auf dem Lande hätte geschehen können. — Der erste Kranke musste natürlich das Contagium vom Lande erhalten haben. Die Zulässigkeit dieser Annahme ergiebt sich aus Nr. 3, wo eine andere Möglichkeit gar nicht besteht.

3) Besonders wichtig für die Beurtheilung der beiden Theorieen sind die Cholerafälle oder kleinen Epidemieen auf siechfreien Lokalitäten. Ich muss hier aber zum voraus bemerken, indem ich wieder auf das betreffende Kapitel verweise, dass es nicht etwa einen nur einigermassen scharfen Unterschied zwischen siechfreiem und siechhaftem Boden giebt, sondern dass zwischen den beiden alle möglichen Zwischenstufen vorkommen, dass jeder Raum des Bodens sich anders verhalten kann und dass auch in einer sonst ganz siechfreien Ortschaft oft einzelne gefährliche Partieen sich finden.

Für die Cholera müssen die Schiffe nach allen bisherigen Erfahrungen mit wenigen Ausnahmen als siechfreier Boden betrachtet werden, auf welchem die Seuche sich nicht fortpflanzen kann, sondern ausstirbt. Einzelne vom Lande importirte Krankheitsfälle haben daher in der Regel keine weiteren nachtheiligen Folgen. Werden einmal durch einen Cholerakranken auch andere Passagiere eines solchen siechfreien Schiffes angesteckt, so muss das miasmatische Moment (y) vom Lande gekommen sein, und es handelt sich nur darum, in welcher Weise diess geschehen.

In Indien werden gleich grosse Abtheilungen von zwei Regimentern gleichzeitig auf einen Transportdampfer eingeschifft. Mehrere Tage nach der Abfahrt bricht die Cholera aus; viele sterben an der Epidemie, aber es sind nur Soldaten, die der einen Abtheilung angehören

und die aus einem Lager kommen, in welchem kurze Zeit nach ihrem Abmarsche ebenfalls heftige Cholera ausbricht, während die andere aus einem cholerafreien Orte kommende Abtheilung gänzlich verschont bleibt. Der Einfluss der Lokalität ist in diesem Falle handgreiflich, ebenso dass das Schiff selbst siechfrei war. — Die monoblastische Theorie muss aber die unwahrscheinliche Annahme machen, dass alle erkrankten Soldaten den Infectionskeim (z) in ihrem Leibe und nichts davon an ihren Kleidern und Effecten (weder das transportable z, noch die ebenfalls transportablen x und y) mitbrachten, denn sonst wäre auch die andere Abtheilung angesteckt worden. Die diblastische Theorie dagegen nimmt an, die eine Abtheilung sei durch die siechhafte Lokalität miasmatisch disponirt aufs Schiff gekommen; sie habe auch den contagiösen Cholerakeim (x) theils innerlich, theils äusserlich mitgebracht; auf dem Schiffe aber konnte das mitgebrachte und das von den Kranken selbst produzirte Contagium nur der einen miasmatisch disponirten, nicht der andern Abtheilung gefährlich werden.

Obiger Fall ist nur ein Beispiel für eine ganz allgemeine Erscheinung in Indien, welche darin besteht, dass die Mannschaft auf Schiffen, die aus verschiedenen Quartieren stammt, keine Gemeinschaft des Erkrankens zeigt, — denn die Cholera beschränkt sich auf diejenigen, die von einem bestimmten Orte herkommen.

4) Für eine Reihe von Fällen mag folgendes Beispiel aus den Veröffentlichungen Pettenkofer's angeführt werden. Dasselbe zeigt auf dem Lande in unseren Gegenden eine ähnliche Erscheinung wie diejenige, die auf Schiffen in Indien beobachtet wird. Im Sommer und Herbst 1873 litt die Stadt Speier an Cholera, welche sich auf den niedrigsten am Speierbache gelegenen Theil der Stadt beschränkte. In der Pfründeanstalt, welche in dem höher gelegenen cholerafreien Stadttheil sich befindet, erkrankten unter 200 Pfründnern 24 an Cholera. Von den Pfründnern waren 33 mit Kartoffelernte beschäftigt gewesen, und die Epidemie brach aus, nachdem sie auf einem sehr tief (in einer ehemaligen Sandgrube) gelegenen Acker [1]) gearbeitet hatten. Sie hatten dort kein Wasser getrunken, und ihr Weg führte

1) Diese tief gelegene, nahe am Grundwasser befindliche Lokalität war siechhaft. Ich werde später zeigen, dass unter übrigens gleichen Umständen der Boden nach dem Sinken des Grundwassers um so gefährlicher ist, je näher das letztere

nicht durch den epidemisch ergriffenen Stadttheil. Die grosse Mehrzahl aller Cholerafälle traf auf diesen kleinen Theil der Pfründner, welcher zudem die kräftigsten (d. h. die am wenigsten gebrechlichen) Personen umfasste; denn von diesen 33 Personen erkrankten 20; die wenigen Cholerafälle, die sonst noch in der Pfründeanstalt vorkamen, erklären sich ungezwungen in anderer Weise.

Die monoblastische Theorie muss annehmen, dass die Pfründner auf dem siechhaften Kartoffelfeld das z in sich aufgenommen haben, dass sie es aber nur in äusserst geringer Menge an ihren Kleidern und mit den Kartoffeln in die Anstalt brachten, was einigermassen auffallen könnte. Ferner möchte man sich die Frage stellen, ob auf diese siechhafte Stelle, welcher man unbedingt das y zuschreiben darf, auch das x hingekommen sei, was nicht gerade wahrscheinlich, aber doch möglich ist, und ob das x dort sich zu z entwickeln konnte, was mir rücksichtlich der dazu erforderlichen Zeit unmöglich scheint. — Die diblastische Theorie dagegen hat eine ungezwungenere Erklärung zur Hand. Die Pfründner holten sich auf dem siechhaften Kartoffelfelde die miasmatische Disposition und waren jetzt für das Choleracontagium empfänglich.

In einem andern Falle sind es nicht alte gebrechliche Pfründner, welche sich die Empfänglichkeit für Cholera holen, sondern kräftige Soldaten, welche auf einem siechhaften Exercierplatze das y des Bodens aufnehmen und dann an Typhus erkranken, während andere Soldaten, die mit ihnen die gleiche Kaserne bewohnen, aber anderswo exerciren, nicht angesteckt werden, — oder Strafgefangene und ihre Aufseher, die auf früher überschwemmten Feldern arbeiten und eine typhoïde Epidemie durchmachen, während ihre anderwärts beschäftigten Mitgefangenen ohne Ausnahme verschont bleiben.

5) Ein Fall, der gewissermassen mit dem vorigen übereinstimmt, ist folgender. Bei den Antillen befindet sich das mit Gelbfieber behaftete Schiff Isis (A). Aus England kommt das Schiff Bristol (B) mit 400 Mann gesunder Mannschaft und schickt davon 150 auf die Isis, wo sie arbeiten, aber weder essen noch schlafen. Sie kehren nachts und zu den Mahlzeiten auf B zurück. Von diesen 150 Mann erkranken 30 am Gelbfieber, 12 mit tödtlichem Ausgang; sie werden auf B ge-

sich an der Oberfläche befindet. Dass diese Lokalität früher von dem höher stehenden Grundwasser feucht gemacht wurde, darauf deutet auch die Angabe, dass hier besonders viele Kartoffeln faul waren.

pflegt, ohne dass einer der übrigen 250 Mann, die B nicht verlassen hatten, erkrankt.

Um diesen in mehr als einer Beziehung interessanten Fall zu erklären, steht der monoblastischen Theorie nur die Annahme frei, es habe sich auf dem Schiffe A der Infectionsstoff z (oder x + y) befunden, entweder früher vom Lande importirt oder auf dem Schiffe erzeugt, und derselbe sei von den herüber beorderten Leuten des Schiffes B in sich aufgenommen, aber nicht an den Kleidern nach B hinübergeschleppt worden.

Die diblastische Theorie dagegen ist zu der Annahme gezwungen, dass das Schiff A siechhaft war und dass auf demselben das Gelbfieber einen günstigen Boden fand. Die gesunde Mannschaft des Schiffes B, welche auf A arbeitete, nahm das Miasma in sich auf und war nun auch für das Contagium empfänglich. Sie trug das Contagium auch an den Kleidern auf B hinüber; dasselbe war hier aber unwirksam, weil es keine miasmatisch-disponirten Personen antraf.

Die letztere Annahme ist desswegen möglich, weil es zweifellos Schiffe giebt, welche für Gelbfieber nicht siechfrei sind. Auf solchen Fahrzeugen (meist sind es ältere und unreinlich gehaltene) bricht bei jeder neuen Fahrt, wenn sie unter die Linie kommen, wieder Gelbfieber aus.

Die diblastische Annahme ist aber desshalb wahrscheinlicher, weil man sich nicht erklären könnte, warum die Mannschaft von B, die auf A angesteckt wurde, den transportabeln Infectionsstoff bloss durch Mund und Nase aufgenommen und nicht auch an den Kleidern nach A hinübergetragen habe.

6) Grosse Aehnlichkeit mit der vorhergehenden Kategorie haben diejenigen Fälle, wo aus cholerakranken Ortschaften ein Theil der Bevölkerung nach siechfreien Orten übersiedelt. In dieser Beziehung ist besonders Lyon sehr lehrreich. Die Cholera bleibt in der Regel auf die nur vorübergehend daselbst sich aufhaltende Bevölkerung beschränkt. Da die Immunität der Stadt bekannt ist, so kommen in Cholerazeiten aus Paris, Marseille und andern Städten Frankreichs Tausende von Flüchtigen nach Lyon. Während der Epidemie von 1865 sollen bloss aus Marseille gegen 20000 Personen daselbst gelebt haben; gleichwohl hatte die Stadt Lyon, in welcher eine dichtgedrängte Bevölkerung von nahezu 300000 Seelen wohnte, darunter eine grosse

Menge von Fabrikarbeitern, in diesem Jahre nur 18 Todesfälle an Cholera.

Die monoblastische Theorie muss die im höchsten Grade unwahrscheinliche Annahme machen, die ganze aus cholerakranken Städten eingewanderte Menschenmenge habe entweder gar keine schädlichen Keime oder ausschliesslich x mitgebracht; denn wenn sie z oder x und y mitgebracht hätte, so wären alle Bedingungen zur Verbreitung der Cholera auf die siechfreie Bevölkerung gegeben gewesen. Die diblastische Theorie dagegen giebt die unzweifelhafte Einschleppung des Choleracontagiums (x) zu; aber dasselbe war unschädlich, weil der einheimischen Bevölkerung die miasmatische Disposition mangelte.

7) Eine nahe Analogie mit dem eben erwähnten Fall haben alle diejenigen so zahlreichen Beispiele, wo eine epidemisch ergriffene und eine gesund bleibende Bevölkerung unmittelbar an einander grenzen, ohne dass durch den ununterbrochenen Verkehr die scharfe Sonderung verwischt würde. Die lokale Beschränkung des Typhus, der Cholera, des Gelbfiebers auf einzelne Stadttheile, auf einzelne Strassenseiten, auf Häusercomplexe, einzelne Häuser, einzelne Stockwerke oder Zimmer und selbst Zimmerecken, während die angrenzenden entsprechenden Theile, Häuser, Räume von der Seuche verschont bleiben, ist eine ebenso bekannte als wichtige Thatsache.

Die monoblastische Theorie kann diese Thatsache gar nicht erklären; wenn entsprechend ihrer Annahme y und z transportabel sind, wie ist es denkbar, dass sie nicht transportirt werden, dass die Epidemie ihre bestimmten Schranken nicht wenigstens mit zahlreichen sporadischen Erkrankungsfällen überschreitet und dass die Grenzen durch diese Fälle nicht so verwischt werden, wie wenn auf einem Bild ein dunkler Schatten allmählich in eine hellere Partie übergeht? Die diblastische Theorie hingegen befindet sich in voller Uebereinstimmung mit den Thatsachen; das Contagium x verbreitet sich überall hin, aber es entwickelt sich nur so weit in der Bevölkerung, als diese durch das Miasma des Bodens (y) hinreichend disponirt ist.

8) Für eine Reihe von Fällen möge folgendes Beispiel gelten, wie es von Pettenkofer erzählt wird. Im Jahre 1854 kehrt eine Person a aus Stuttgart nach kurzem Aufenthalt in München cholerakrank in die immune (siechfreie) Heimat zurück und stirbt. Einige Tage später erkrankt und stirbt die Wärterin b der Person a. Eine

Wäscherin c holt die Wäsche der Personen a und b nach einem Dorfe in der Nähe von Stuttgart, erkrankt und stirbt, und fast gleichzeitig auch deren Ehemann d. Die contagiöse Ansteckung scheint hier unabweislich. Pettenkofer erklärt den Fall aber so, die Person a habe eine begrenzte Menge von z aus München gebracht, welche gerade ausreichte, um b, c und d in dem Masse zu infiziren, als ob sie das z selbst in München geholt hätten.

Diese Erklärung hat gewiss nichts absolut Unmögliches, und wenn kein anderer Ausweg offen stünde, so müsste sie unbedingt angenommen werden. Allein wahrscheinlich ist sie trotz alledem nicht. Man begreift zwar, dass die Wärterin b von dem den Kleidern anhängenden z in sich aufnimmt; allein man begreift nicht recht, woher die Wäscherin c, welche nur mit der von den Choleradejectionen verunreinigten Wäsche zu thun hat, und noch weniger, wie ihr auf dem Dorfe lebender Mann d mit dem Münchner z in Berührung kommen.

Naturgemässer ist die Erklärung nach der diblastischen Theorie. Die Person a holt sich die Cholera in München und infizirt in Stuttgart einige miasmatisch-disponirte Personen, und zwar wohl eher durch das Contagium, das sie selber erzeugt, als durch dasjenige, welches sie von München mitbringt. — Stuttgart ist zwar eine siechfreie Stadt, aber wie in allen solchen Ortschaften muss es auch hier Stellen geben, welche zeitweise siechhaft sind und das Bodenmiasma hervorbringen. In dem vorliegenden Falle muss nur die siechhafte Beschaffenheit eines Hauses in Stuttgart (in welchem die Wärterin) und eines Hauses in dem Nachbardorfe (in welchem die Wäscherfamilie miasmatisch infizirt wurde) angenommen werden. Ich bemerke hiezu, dass die zum Theil siechhafte Bodenbeschaffenheit von Stuttgart wirklich nachgewiesen ist.

Ganz in gleicher Weise verbreitet sich von München aus der Typhus durch einzelne Personen nach typhusfreien, aber desswegen nicht ganz siechfreien näheren und entfernteren Ortschaften. Je nach Umständen bleibt die Krankheit auf die verschleppende Person beschränkt oder verbreitet sich auf andere und gestaltet sich zu kleinen Epidemieen, die meistens auf ein Haus, zuweilen auf einige Häuser beschränkt bleiben, und in einzelnen Fällen die kettenartig verbundene contagiöse Ansteckung ziemlich deutlich hervortreten lassen.

Wenn die aufgezählten concreten Fälle, wie es geschehen ist, einzeln für sich betrachtet werden, so ergiebt sich bei jedem eine

grössere Wahrscheinlichkeit für die diblastische Theorie gegenüber der monoblastischen. Die Wahrscheinlichkeit wird in einzelnen Fällen selbst nahezu zur Gewissheit und sie steigert sich, wie wir sehen werden, noch mehr, wenn wir die Fälle mit einander vergleichen.

Soweit die Erfahrung betreffend die zeitliche und räumliche Verbreitung der miasmatisch-contagiösen Krankheiten reicht, können nur Thatsachen gewonnen werden, welche über die Verschleppbarkeit des Infectionsstoffes Auskunft geben. Die monoblastische Theorie ist genöthigt anzunehmen, dass der vollständige Infectionsstoff z oder seine Componenten x und y durch Personen und Dinge in die Ferne verbreitet werden; nur durch diese Voraussetzung ist es möglich, die Beobachtungen einigermassen, wenn auch in mehr oder weniger gezwungener Weise zu erklären. So ist die Lehre vom transportabeln Miasma entstanden. Die diblastische Theorie bedarf dieser Annahme nicht; sie scheidet die Infection in zwei von einander unabhängige Momente, von denen das eine den reinen contagiösen, das andere den reinen miasmatischen Charakter bewahrt.

Es handelt sich also bei der Beurtheilung der Erfahrungsthatsachen lediglich um die Frage, ob man für gewisse Infectionskrankheiten ein transportables Miasma, einen verschleppbaren vollständigen Infectionsstoff annehmen darf. Diess geht am leichtesten für die kleinen Hausepidemieen an sonst gesunden Orten (Nr. 8). Wenn aber in diesen Fällen das Miasma wirklich verschleppt wurde, so folgt daraus, dass der Transport sehr leicht vor sich gehen muss. Wir begreifen dann nicht, dass in andern Fällen die Verschleppung, obgleich eine tausendfach grössere Möglichkeit vorhanden ist, gänzlich unterbleibt. Wenn eine Person, nachdem sie bloss durch eine infizirte Strasse in der Stadt gegangen ist, oder sich sonst kurze Zeit in der Stadt aufgehalten hat und dann in ihre mehrere Stunden entfernte Heimat zurückgekehrt ist, dort eine andere Person ansteckt, wenn in einem andern ähnlichen Falle die Infection sich nicht auf die zweite Person beschränkt, sondern von dieser auf eine dritte und vierte Person sich fortpflanzt, und wenn solche Fälle sich hundertfach wiederholen, — so sind wir im höchsten Grade erstaunt, dass bei ununterbrochenem Verkehr zwischen zwei unmittelbar an einander grenzenden oder einander nahe gelegenen Oertlichkeiten, von denen die eine siechhaft und von einer Epidemie heimgesucht, die andere siechfrei ist, die Krankheit von jener nicht auf diese verpflanzt wird (Nr. 7),

ferner dass ganze Völkerwanderungen von epidemisch ergriffenen Orten nach einer siechfreien Stätte den Infectionsstoff nicht mitbringen und die Seuche verbreiten (Nr. 6, dann auch 5, 3 und 4). Pettenkofer sagt selber, dass die Choleraflüchtigen, welche sich nach Lyon in Sicherheit begeben, daselbst jedenfalls tausendmal mehr Cholerakeime importiren, als ein Schiff, welches die Cholera wirklich aus Aegypten nach England bringt und hier eine Epidemie veranlasst.

Ein grosses Gebiet der Naturwissenschaften beruht auf der Wahrscheinlichkeitsrechnung, und mit Recht wurde das Zusammentreffen des Steigens und Fallens des Münchner Grundwassers mit dem Nachlassen und Zunehmen des Typhus zu einer derartigen Berechnung benutzt und der Grad der Wahrscheinlichkeit nach dem gefundenen Verhältnisse (36000 : 1 im Jahr 1865) geschätzt. Wir müssen auch die Verschleppbarkeit des Miasmas nach einer solchen Wahrscheinlichkeit beurtheilen. Wenn wir demgemäss alle die Personen, die in den oben genannten Fällen (Nr. 7, 6, 5, 3) aus infizirten Zimmern, Häusern, Strassen, Ortschaften nach siechfreien Lokalitäten gekommen sind, ohne eine Ansteckung zu bewirken, addiren könnten, und wenn wir selbst annehmen würden, dass nur je der Hundertste oder Tausendste aller Besuche hätte ansteckend wirken sollen, so würden wir immer noch ein viel höheres Wahrscheinlichkeitsverhältniss dafür erhalten, dass das Miasma nicht verschleppbar ist, als wir nun dafür besitzen, dass Grundwasser und Typhus in München in irgend einem causalen Verhältnisse zu einander stehen.

Ich habe oben im Allgemeinen gezeigt, dass die Infectionspilze nicht spezifisch verschieden sind in naturgeschichtlichem Sinne, sondern dass sie unter dem Einflusse der äusseren Verhältnisse die Eigenschaften, die sie unter früheren und andern Verhältnissen angenommen hatten, verlieren und neue Eigenschaften gewinnen (sich spezifisch anpassen), — ferner, dass die Pilze wahrscheinlich nicht für sich allein die Erkrankung bewirken, sondern dass sie darin von Zersetzungsstoffen (Krankheitsstoffen), die sie gewöhnlich mitbringen, unterstützt werden. Wir können daraus einige Erscheinungen bei den Infectionskrankheiten erklären.

Die Spaltpilzformen, welche verschiedene Zersetzungen verursachen, besitzen, wenn sie ihre spezifische Anpassung vollkommen erreicht

haben, eine ungleiche Lebensenergie, und ihre Zersetzungsproducte haben für andere Organismen ungleiche giftige Eigenschaften. Desswegen sind die Pilze der verschiedenen Infectionskrankheiten ungleich gefährlich, und die ausgesprochenen Krankheiten haben einen mehr oder weniger bösartigen Charakter. Die Pilze der verschiedenen Infectionskrankheiten sind ferner durch ihre Lebensenergie und durch die sie unterstützenden Krankheitsstoffe in verschiedenem Grade zur Concurrenz mit den Lebenskräften des Körpers befähigt und es bedarf zur wirklichen Erkrankung ungleicher Mengen derselben. In beiden Beziehungen, die wohl meistens, doch nicht immer zusammentreffen, giebt es jedenfalls sehr grosse Abstufungen. So wenig man auch jetzt noch von den Infectionspilzen weiss, lassen sich, wie ich glaube, doch im Allgemeinen drei charakteristische Gruppen unterscheiden, die Fäulnisspilze, die Miasmenpilze und die Contagienpilze.

Am deutlichsten treten uns die Unterschiede entgegen in der Menge, welche zur Ansteckung ausreichend ist. Die Contagienpilze vermögen in der allerkleinsten Zahl Infection zu bewirken. Wir können uns der Vorstellung kaum entziehen, dass in vielen Fällen bei Masern, Scharlach u. s. w. nur einige wenige, vielleicht auch nur ein einziger Pilz dazu genügt; diess gilt auch für das Contagium der Cholera und des Typhus. Ein kurzer Aufenthalt in der Nähe eines Kranken oder die Berührung mit seiner Wäsche, seinen Bett- und Kleidungsstücken kann die Erkrankung veranlassen. Wegen der ausserordentlich geringen Menge von contagiösem Ansteckungsstoff, deren es bedarf, ist dieselbe weithin verschleppbar.

Die Miasmenpilze müssen in viel (vielleicht 1000 mal) grösserer Zahl in den menschlichen Organismus aufgenommen werden, um eine Wirkung hervorzubringen. Es ergiebt sich diess aufs klarste aus dem Umstande, dass das Miasma nicht transportabel ist, dass es nur auf der siechhaften Stelle infiziren kann (vergl. S. 87). Um Wechselfieber zu bekommen, muss man auf dem Malariaboden einige Zeit verweilen. Die Malariapilze werden zwar selbstverständlich durch die Luft und an Effecten anhaftend verschleppt, aber in der geringen Menge, in der sie auf diesem Wege in den menschlichen Körper gelangen, sind sie unwirksam. Die scharfe Abgrenzung von Typhus- und Choleralokalitäten nach Stadttheilen, Strassen, Strassenseiten, Häusern, Zimmern und Zimmerecken zeigt uns deutlich, dass es hier auf Massenwirkung ankommt; denn die in der Nähe befindlichen siechfreien Lokalitäten

erhalten die Miasmenluft ebenfalls, aber viel verdünnter, so dass dieselbe unschädlich ist, obgleich sie ohne Zweifel viel mehr Miasmenpilze enthält, als die infizirende Luft eines Krankenzimmers Contagienpilze hat. Ich muss hier übrigens auf das folgende Kapitel verweisen, welches über die Verbreitung der Ansteckungsstoffe handelt.

In noch viel (vielleicht wieder 1000 mal) grösserer Zahl als die Miasmenpilze müssen die Fäulnisspilze in den menschlichen Organismus eintreten, wenn septische Infection erfolgen soll. Wir können diess daraus schliessen, dass Thiere bedeutende Quantitäten von fauler Flüssigkeit ertragen, die ihnen in die Blutadern gespritzt wird, und in der eine Unzahl von Fäulnisspilzen sich befindet. Wie viele von diesen Pilzen aus einer faulen Wunde ins Blut übergehen müssen, um Pyaemie und Septikaemie zu verursachen, lässt sich zwar nicht bestimmen; aber nach den vorhandenen Umständen ist mit grösster Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass sie in beträchtlicher Menge aufgenommen werden. Die septischen Pilze sind nur schädlich, wenn sie massenhaft geimpft werden, oder von grösseren Wunden aus eindringen. Von Miasmenpilzen bedarf es zur Ansteckung einer viel kleineren Menge, wie aus den beiden Thatsachen hervorgeht, dass kein langer Aufenthalt auf einer siechhaften Lokalität erforderlich ist, um Wechselfieber oder die miasmatische Disposition für Cholera zu erlangen, und dass auch der Weg, auf welchem die Miasmenpilze ins Blut kommen, nämlich mit der eingeathmeten Luft, nur den Eintritt einer geringen Menge gestattet im Vergleich mit den Fäulnisspilzen, die von einer Wundfläche aus eindringen.

Die Energie und Gefährlichkeit der Infectionspilze muss im umgekehrten Verhältnisse zu der Zahl stehen, welche zur wirksamen Ansteckung erforderlich ist. Die Fäulnisspilze, welche im Blute septische Infection verursachen, sind unter den drei Gruppen die am wenigsten gefährlichen, da sie nur in grosser Menge in Verbindung mit den Fäulnissstoffen Erkrankung und allenfalls tödtlichen Ausgang der Krankheit herbeiführen. Die Miasmenpilze, welche Wechselfieber sowie die miasmatische Disposition für Cholera und Typhus erzeugen, sind viel verderblicher, indem sie diese Wirkung schon in einer Menge vollbringen, in welcher die Fäulnisspilze noch ganz unschädlich sind. Eine gleiche Steigerung in der Energie zeigt sich von den Miasmenpilzen zu den Contagienpilzen, welche schon in der allergeringsten Menge die Ansteckung bewirken.

Selbstverständlich wird die individuelle Disposition oder die Unfähigkeit des Organismus, erfolgreich mit den Spaltpilzen zu concurriren, bei allen Infectionskrankheiten, wo diese eine Rolle spielen, vorausgesetzt. Aber es scheint, dass bei den contagiösen Krankheiten der höchste Grad von individueller Disposition zur Erkrankung erforderlich ist, während bei den miasmatisch-contagiösen, den rein miasmatischen und den septischen Infectionskrankheiten ein stufenweise geringerer Grad genügt, indem hier die individuelle Disposition theilweise durch die steigenden Mengen der von aussen aufgenommenen Infectionsstoffe erzeugt werden kann.

Worin die Verschiedenheit der Infectionspilze sowie der sie unterstützenden Krankheitsstoffe besteht, ist noch ganz ungewiss. Wir kennen bis jetzt bloss die Ansteckungsstoffe der septischen Infection einigermassen, nämlich die Fäulnisspilze und die Fäulnissproducte, obgleich wir nicht wissen, welche Verbindung unter den letzteren die eigentlich schädliche ist. Von den Spaltpilzen der Malaria und den Bodenpilzen der miasmatisch-contagiösen Krankheiten ist nur so viel aus ihren Wirkungen wahrscheinlich, dass sie von den Fäulnisspilzen und unter einander verschieden sind. Ersteres lässt sich schon aus dem Umstande begreifen, dass die Fäulnisspilze in einer alkalisch reagirenden Flüssigkeit mit Fäulnissgeruch leben, während das Wasser, in welchem die Bodenpilze entstehen, wohl nie alkalische Reaction noch eigentlichen Fäulnissgeruch zeigt.

Die Pilze der Malaria und diejenigen der miasmatischen Infection für Cholera und Typhus sind jedenfalls einander nahe verwandt, gleichwie auch zwischen den letztgenannten Krankheiten und dem Wechselfieber insoferne gewisse Beziehungen bestehen, als häufig das letztere zeitlich jenen vorausgeht oder von jenen verdrängt wird, oder auch vor jenen Krankheiten scheinbar schützt, indem Malariasümpfe zuweilen von der Cholera und von Typhus gemieden werden. Die Verschiedenheit, insoferne sie wirklich besteht, ist vielleicht dadurch begreiflich, dass die Malariapilze wohl immer an der Oberfläche oder wenigstens nahe der Oberfläche unter dem Einfluss eines reichlichen Luftzutrittes entstehen, die Pilze dagegen, welche die miasmatische Vorbereitung für Typhus und Cholera bewirken, in tieferen Bodenschichten bei spärlicherem Zutritt von Sauerstoff sich bilden. Im Uebrigen scheint zwischen den Infectionspilzen des Bodens weiter keine Verschiedenheit zu bestehen, indem die nämliche miasmatische Vorbereitung

sowohl für Cholera als für Typhus oder Gelbfieber empfänglich macht.

Die Infectionspilze sind mehr oder weniger spezifisch angepasst und werden mehr oder weniger durch die begleitenden Zersetzungsstoffe in ihrer besonderen Zersetzungsrichtung unterstützt. Daher giebt es auch mehr oder weniger ausgesprochene Krankheitsformen. Typhus und Cholera stufen sich zu leichten Diarrhöen ab, und Aehnliches beobachtet man bei allen andern Infectionskrankheiten. — Eine andere Art der Abstufung wird aber auch durch den Umstand hervorgebracht, dass der infizirte Organismus eine mehr oder weniger energische Reaction entwickelt und die Krankheitsursache mehr oder weniger vollständig überwindet.

Die Spaltpilzformen verwandeln sich in einander. Die Miasmenpilze entstehen unter den günstigen Bedingungen aus den Fäulnisspilzen oder andern allgemein verbreiteten Spaltpilzen und gehen unter entgegengesetzten Bedingungen wieder in diese über. — Die Contagienpilze, deren Wohnstätte der Organismus ist, und die regelmässig aus dem Kranken in den Gesunden übertreten, werden, so wie sie dauernd in äusseren Medien leben und sich fortpflanzen, zu gewöhnlichen Spaltpilzen. Es muss auch das Umgekehrte vorkommen; die Contagienpilze müssen aus den letzteren entstehen können.

Diess ist nicht bloss eine Forderung der Pilzphysiologie, sondern auch der Geschichte der Krankheiten; denn jede Krankheit hat einmal angefangen, und es muss zu jener Zeit die ihr eigenthümliche Pilzform aus einer andern Pilzform hervorgegangen sein. Und wie jede Krankheit einmal entstanden ist, so muss sie, wenn die gleichen Verhältnisse gegeben sind, immer wieder entstehen, und die ihr zukommende Pilzform muss gerade so, wie sie im Anfang aus einer andern sich herausgebildet hat, unter den nämlichen Umständen zu jeder Zeit wieder sich herausbilden. Diess ist eine einfache Folge des Causalprincips, und diess bestreiten wäre nichts anderes, als an Stelle der Naturgesetze das Wunder oder den Zufall herrschen lassen.

Für diese spontane Entstehung der Infectionskrankheiten und ihrer Pilze haben wir sichere Beispiele an einigen miasmatisch-contagiösen Krankheiten, welche in einem bestimmten Verbreitungsbezirke endemisch, ausserhalb derselben epidemisch auftreten. Der engere endemische Verbreitungsbezirk kann auch als Verbreitungscentrum bezeichnet werden. Für die Cholera befindet sich derselbe vorzüglich in einem Gebiete von

Bengalen, welches Calcutta umgiebt; von da aus verbreitet sich die Krankheit epidemisch über Indien, Asien und Europa. Der Typhus ist im mittleren Europa endemisch, aber beschränkt auf einzelne volkreiche Städte; während z. B. in München die Typhusfälle nicht ausgehen oder immer wieder auftreten können, so werden sie in ganz Oberbayern wohl nur von München aus eingeschleppt.

Die Pathologen nehmen an, dass eine Infectionskrankheit da, wo sie endemisch auftritt, nicht bloss durch Ansteckung übertragen werde, sondern auch spontan entstehe. Wenn diese Annahme, wie wohl unzweifelhaft, richtig ist, so müssen auch die Contagienpilze dieser Krankheiten spontan, d. h. aus gewöhnlichen Spaltpilzformen sich bilden. — Zwischen Bangalore und Madras in Indien liegt ein tiefes Flussthal, welches so siechhaft ist, dass eine Rast von einigen Stunden unvermeidlich mit Cholera infizirt. So verlor eine Truppenabtheilung von 400 Mann, die durch dieses Thal marschirte, ihr gesundes Wasser mitbrachte und mit den Bewohnern nicht in Berührung kam, 80 Mann. Wohl alle oder jedenfalls die Mehrzahl der Erkrankten hatten bloss Bodenpilze aufgenommen.

In dieser Weise, nämlich bloss durch Infection mit Bodenpilzen, erfolgt ohne Zweifel jede spontane Entstehung einer miasmatisch-contagiösen Krankheit, wobei sich einzelne dieser Miasmenpilze in Contagienpilze verwandeln. Die Pilze des Bodens nehmen die schädlichen Eigenschaften an, welche sonst nur die in den Auswurfstoffen befindlichen, der Krankheit angepassten Pilze besitzen. Diess mag vielleicht in der Weise vor sich gehen, dass in einem besonders gefährlichen Boden eigenartige Zersetzungen statthaben (vielleicht veranlasst durch Pflanzen aus besonderen Gruppen), und dass eigenartige Zersetzungsproducte entstehen, so dass die Spaltpilze eine andere Anpassung annehmen und durch die sie begleitenden giftigen Stoffe eine spezifische Wirkung im lebenden Körper erlangen. Dieser Process hätte stattgefunden bei der ersten Entstehung der Infectionskrankheit, und er würde in dem endemischen Verbreitungsbezirk derselben sich fortwährend wiederholen.

Eine spontan entstehende miasmatisch-contagiöse Krankheit hat durchaus einen miasmatischen Charakter. Es ist daher begreiflich, dass die Aerzte über die nämliche Krankheit ungleicher Meinung sind, je nach dem Theile des ganzen Verbreitungsbezirkes, in welchem sie dieselbe beobachten. Die indischen Aerzte (vergl. die Berichte von

Dr. J. Cunningham) nähern sich mehr und mehr der Ansicht, dass die Cholera nicht durch Ansteckung sich verbreite, sondern von noch unbekannten Einflüssen der Luft und des Bodens abhängig, also miasmatischer Natur sei, während viele Aerzte in Europa sie immer noch als rein contagiös betrachten.

Wenn die miasmatisch-contagiösen Krankheiten spontan entstehen, so gehen ihre Contagienpilze aus Miasmenpilzen oder aus Fäulnisspilzen, wahrscheinlicher aus ersteren hervor. Jede contagiöse Krankheit ist ebenfalls einmal spontan, d. h. aus etwas anderem entstanden. Ob aber ihre Contagienpilze (soweit sie solche besitzt) aus Boden- und Fäulnisspilzen oder aus den Contagienpilzen verwandter Krankheiten sich umgebildet haben, ist zweifelhaft, das letztere aber nicht unwahrscheinlich. Es wäre z. B. möglich, dass die ganze Gruppe der exanthematischen Infectionskrankheiten einen gemeinsamen Ursprung in einer leichten Form hätte, welche, um mich so auszudrücken, autochthon entstände, während die übrigen aus dieser und aus einander entstehen. Für den bedingungsweise spontanen Ursprung der acuten Exantheme spricht auch der Umstand, dass ihre Epidemieen in gewissen Gegenden ganz offenbar von Einflüssen des Bodens abhängen.

Eine Spaltpilzform bleibt nur dann unverändert, wenn sie beständig unter den nämlichen äusseren Verhältnissen lebt. Sowie sich diese verändern, ändert sich auch mehr oder weniger die Natur der ersteren. Besitzt eine Pilzform ein vorzügliches Gährvermögen, so wird dasselbe geschwächt, sobald die äusseren Einflüsse andere werden. Das Vermögen der in der Milch befindlichen Spaltpilze, den Milchzucker in Milchsäure zu zerlegen, kann, wie bereits früher bemerkt wurde, in verschiedenem Grade vermindert oder selbst ganz aufgehoben werden, wenn man höhere Temperaturen auf die Milch einwirken lässt, wenn man ihr verschiedene Verbindungen zusetzt, oder wenn man ihre Pilze in andern (schlechteren) Nährlösungen züchtet.

Wir können zum voraus sagen, dass es sich mit den Infectionspilzen ebenso verhalten und dass sich diess auch in den Infectionskrankheiten ausdrücken muss. Wenn die letzteren einen endemischen Verbreitungsbezirk haben, wie es bei Cholera, Typhus, Gelbfieber der Fall ist, so müssen die betreffenden Contagienpilze daselbst am besten den Verhältnissen angepasst, am meisten lebensfähig und zersetzungstüchtig sein. Je mehr sie sich von diesem günstigsten Centrum ent-

fernen, je mehr sich die äusseren Bedingungen verändern, um so schneller verlieren die Pilze ihren eigenartigen Charakter; ihr Vermögen zu infiziren wird schwächer und hört früher oder später gänzlich auf. Der Cholerapilz stirbt in Europa nicht ganz aus, aber er geht zuletzt in gewöhnliche Spaltpilzformen über. Dadurch ist die Erscheinung zu begreifen, dass die Cholera ausserhalb ihres endemischen Verbreitungscentrums nur in Epidemieen von ungleicher Dauer auftritt und dass die Cholera-Epidemieen im Allgemeinen um so seltener und kürzer werden, je weiter sich die Seuche von ihrem Centrum entfernt[1]).

Die Schwächung und endliche Erschöpfung des Cholerapilzes in Europa kann durch verschiedene Ursachen herbeigeführt werden, durch das Klima, durch die Lebensweise und Ernährung der Bewohner. Sie kann aber auch schon in Folge mangelhafter miasmatischer Vorbereitung eintreten. Ein deutliches Beispiel hiefür finden wir in dem Verhalten der Cholera auf Schiffen in den tropischen Meeren. Die Epidemieen sind hier im Allgemeinen selten, und wenn sie statthaben, von kurzer Dauer. Die Schiffe sind meistens siechfrei und wenn sie ausnahmsweise siechhaft sind, so erreichen sie doch im Vergleich mit dem Lande nur einen geringen Grad der Gefährlichkeit. Die Personen werden daher nur in beschränktem Masse miasmatisch ergriffen; die Contagienpilze finden eine wenig günstige Stätte für ihr Gedeihen, verändern sich ziemlich rasch und bedingen somit das Aufhören der Epidemie.

Damit steht nicht im Widerspruch, sondern vielmehr in innigem Zusammenhang, dass, wie es wohl unzweifelhaft ist, der Contagienpilz, je mehr er geschwächt wird, eine um so bessere miasmatische Vorbereitung des Körpers zur wirksamen Infection bedarf. Der Cholerapilz muss also, je mehr er sich zeitlich und räumlich von seinem Ursprunge entfernt und je mehr in Folge dessen seine Lebensenergie abnimmt, um so mehr durch die Bodenpilze unterstützt werden.

Die Schwächung des Choleracontagienpilzes in Europa hat nicht

1) Man könnte das Aussterben der Cholera in Europa nicht als ein nothwendiges, sondern als ein zufälliges betrachten wollen, weil das Choleracontagium zufällig keine miasmatisch disponirten Ortschaften oder Personen findet. Ich halte diese Annahme nach der vorliegenden Erfahrung nicht für unmöglich, aber sie ist mir doch in Berücksichtigung aller Umstände weniger wahrscheinlich als die im Texte entwickelte.

nur die Analogie der gezüchteten Spaltpilze für sich, welche in weniger guten Nährflüssigkeiten an Gährtüchtigkeit verlieren, sodass sie alsdann auch in den besten Nährlösungen weniger wirksam sind als früher, sondern auch das Verhalten des Vaccinestoffes bei Impfungen. Der Impfstoff von Kindern, die zum ersten Mal geimpft wurden, ist viel wirksamer als solcher von Erwachsenen, bei denen die wiederholte Impfung zwar angeschlagen hat, aber wegen verminderter Disposition nur leichte Erkrankung hervorbrachte.

Die Thatsache, dass der Contagienpilz der miasmatisch-contagiösen Krankheiten ausserhalb ihres endemischen Verbreitungsbezirkes als spezifischer Infektionsstoff stets geschwächt wird und ausstirbt, giebt uns noch keinen Aufschluss über sein Verhalten in diesem Centrum selbst. Man kann sich vorstellen, dass er hier ungeschwächt fortlebt und dass die Krankheit ohne Ende von Person zu Person übertragen werden kann. Es ist aber auch möglich, dass der Miasmen- oder Fäulnisspilz, der im menschlichen Körper sich zum Contagium umbildet, denselben unter allen Umständen geschwächt verlässt, und dass selbst in dem endemischen Verbreitungsbezirk die Krankheit aussterben würde, wenn nicht fortwährend spontane Neubildung stattfände. Auf dem Wege der Erfahrung wird es sehr schwer halten, diese Frage in positivem oder negativem Sinn zu beantworten. Von Seite der Pilzphysiologie erscheint mir die soeben ausgesprochene Theorie nicht unwahrscheinlich.

Die Infectionsstoffe behalten ihre Ansteckungstüchtigkeit nur während einer begrenzten Dauer. Gelangen sie innerhalb einer bestimmten Zeit nicht in einen Körper, so können sie überhaupt nicht mehr infiziren. Diess hat wohl ganz allgemeine Gültigkeit, ist aber nur rücksichtlich der Contagien von praktischer Bedeutung, weil nur diese verschleppbar sind. Von diesen zeigt auch die Erfahrung, dass sie mit der Zeit ihre Wirksamkeit verlieren. Eine Karawane, welche länger als 21 Tage durch die Wüste gezogen ist, ein Schiff, das eine längere Seereise gemacht hat, bringt kein Choleragift mehr mit und kann die Seuche nicht verbreiten. Es war bis jetzt nicht möglich, das Milzbrandgift durch künstliche Mittel mehr als 4 Wochen lang zu conserviren.

Insofern die Infectionsstoffe Spaltpilze sind, ist diess nach der jetzigen Kenntniss der letzteren leicht begreiflich. Wir haben zwischen zwei Zuständen zu unterscheiden, in denen sich die Ansteckungsstoffe

befinden können, dem nassen und dem trocknen. Ist die Flüssigkeit, welche die Contagienpilze umgiebt, Wasser ohne Nährstoffe, so werden dieselben durch Erschöpfung bald verändert, sie verlieren zuerst ihre Fortpflanzungsfähigkeit und nachher ihre Lebensfähigkeit. Enthält das Wasser aber Nährstoffe, so wachsen die Contagienpilze und vermehren sich; aber nach der Analogie anderer Spaltpilze zu schliessen, nehmen sie bald diejenigen Eigenschaften an, welche der neuen Nährlösung entsprechen. Nur wenn die Contagienpilze in der nämlichen Nährflüssigkeit verharren, in welcher sie sich gebildet haben, können sie unverändert bleiben; diess findet aber bei den benetzten Auswurfsstoffen bloss für kurze Zeit statt. Es beginnt bald Zersetzung und damit auch eine Umwandlung der spezifischen Pilze und eine Zerstörung der Contagien. Das Milzbrandblut verliert seine ansteckenden Eigenschaften, sowie es zu faulen anfängt. Wir können also mit Sicherheit annehmen, dass die Contagien im nassen Zustande nur während sehr kurzer Zeit ihre Natur und ihre Ansteckungstüchtigkeit bewahren.

Für die unversehrte Erhaltung der Contagien ist es viel günstiger, wenn dieselben verhältnissmässig trocken sind, wenn sie nämlich so viel Wasser verloren haben, dass der Chemismus in den Pilzzellen aufhört. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass die Contagienpilze schon während des Eintrocknens ihre Natur verändern können. Diess wird mit grosser Wahrscheinlichkeit immer dann eintreten, wenn in der Flüssigkeit sich ein löslicher Stoff befindet (z. B. eine Säure oder ein Salz), welcher in der concentrirteren Lösung, die sich beim Eintrocknen bildet, nachtheilig auf die Pilze einwirkt. Es haben also diejenigen Contagien am meisten Aussicht, sich unversehrt zu erhalten, welche in möglichst trockner Form aus dem Körper kommen, oder welche bald nach dem Austritt sich stark vertheilen und somit aus möglichst wenig Flüssigkeit eintrocknen.

Ist einmal der Contagienpilz bis auf einen gewissen Punkt eingetrocknet und damit in das Ruhestadium eingetreten, so behält er die Natur, die er unmittelbar vorher hatte, unverändert. Dauert jedoch das Austrocknen fort und überschreitet es einen gewissen Grad, so geht zwar nicht die Fähigkeit wieder aufzuleben, verloren; aber der Contagienpilz verändert seine Natur und wird unwirksam. Wir begreifen daher, dass die Contagien im trocknen Zustande viel länger unversehrt bleiben können als im nassen, und dass die Frist, mit

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

welcher sie ihre Ansteckungsfähigkeit verlieren, von vielen äusseren Umständen abhängt. Ich werde auf die Erhaltung der Contagien im folgenden Kapitel bei der Verbreitung derselben noch einmal zurückkommen.

Die Infectionskrankheiten haben eine Incubation; von dem Zeitpunkt der Ansteckung bis zu dem Ausbruche der wirklichen Krankheit vergeht eine Frist von mehr oder weniger bestimmter Dauer. Während dieser Frist mangeln die Krankheitserscheinungen entweder fast vollständig, oder sie steigern sich allmählich und ändern dabei ihren Charakter.

Die Incubation hat jedenfals zwei Hauptursachen, einmal dass der Infectionspilz in sehr geringer (meist winziger) Menge in den Organismus eintritt und sich hier zuerst vermehren muss, bis er eine bemerkenswerthe Wirkung ausüben kann, ferner dass der so complicirte menschliche Organismus auf den Reiz durch eine Reihe von Reactionen und Veränderungen antwortet, welche schliesslich zu dem eigentlichen Ausbruch der Krankheit führt. Es ist mir aber sehr wahrscheinlich, dass auch die Veränderung, welche der Infectionspilz nach seinem Eintritt in den Organismus durchmacht, eine nicht unwichtige Rolle bei der Incubation spielt.

Die Dauer der Incubation wäre somit eine Function von constanten und variabeln Grössen. Zu den ersteren gehören die Reactionen und Veränderungen im menschlichen Körper, zu den letzteren die Resistenzfähigkeit desselben. Was die Infectionspilze betrifft, so kann bei der nämlichen Krankheit die Menge der ursprünglich von aussen aufgenommenen Pilze und das Mass der Veränderungen, die sie im Körper erfahren, gleich oder ungleich gross sein.

Bei der Diphtherie z. B. sind die beiden letztgenannten Factoren sehr variabel, je nachdem die Infection durch ein Schleimtröpfchen mit Tausenden von unveränderten Pilzen oder durch einige Luftstäubchen mit spärlichen mehr oder weniger ausgetrockneten Pilzen erfolgt. Der Theorie nach sollte daher die Incubation bei der Diphtherie von sehr ungleicher Dauer sein. Sie beträgt nach den Angaben 2—8, ausnahmsweise bis 14 Tage, varriirt also, wenn die Angaben richtig sind, bis auf den enormen siebenfachen Betrag.

Beim Wechselfieber werden die Malariapilze unter sich zwar ziemlich verschieden, aber mit Rücksicht auf ihr durchschnittliches Verhalten unter den gleichen klimatischen und Bodenverhältnissen

ziemlich gleich sein, ihre Veränderung im Organismus also ein sehr constantes Moment darstellen. Dagegen wird die von dem Körper aufgenommene Menge innerhalb weiter Grenzen variiren. Daher sollte man auch von vornherein weder eine sehr regelmässige noch auch allzu unregelmässige Incubationszeit erwarten. Die Erfahrung bestätigt nun das Vorhandensein einer Incubation, aber die Dauer ist sehr schwer zu ermitteln.

Bei den miasmatisch-contagiösen und rein contagiösen Krankheiten lässt sich über den Einfluss, den die Contagienpilze auf die Incubation haben können, keine Vermuthung aussprechen, da über die in Frage kommenden Verhältnisse der Contagienpilze noch alle Vorstellungen fehlen.

Eine andere bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit der Infectionskrankheiten besteht darin, dass die Person, welche eine solche Krankheit durchgemacht hat, meistens für längere oder kürzere Zeit, zuweilen selbst zeitlebens vor neuer Ansteckung geschützt ist. Die Erklärung, dass durch die Krankheit ein Stoff zerstört werde, ist vom physiologischen Standpunkte aus nicht wohl annehmbar, indem sonst überall in der organischen Natur durch Wegnahme eines Productes der Organismus zu vermehrter Erzeugung desselben Stoffes angeregt wird. Es scheint mir, dass auch zum Verständniss der genannten merkwürdigen Erscheinung die Thätigkeit der Infectionspilze ein wesentliches Moment bildet.

Bei der Infection werden die Ansteckungsstoffe in äusserst geringer Menge aufgenommen. Die Pilze sind daher, wenn die Flüssigkeiten des Körpers ihre normale Beschaffenheit besitzen, zur Concurrenz unfähig und gehen zu Grunde. Bei abnormaler Zusammensetzung der betreffenden Flüssigkeit vermehren sich die Spaltpilze und wirken zersetzend auf ihre Umgebung ein. Diess dauert während der Incubation und während der Krankheit. Die Lebensthätigkeit der Pilze in Verbindung mit den durch sie gebildeten Zersetzungsproducten wirkt als Reiz, gegen welchen der Organismus reagirt, und die einzige Reaction, welche ihn von der Krankheit befreit, ist die, dass die abnormalen chemischen Functionen, welche eine den Infectionspilzen günstige Beschaffenheit der Flüssigkeit erzeugten, zu normaler Thätigkeit zurückkehren.

Vermag die Reaction diese chemische Umstimmung, welche die Infectionspilze concurrenzunfähig macht, nicht zu vollziehen, so führt

sie auch nicht zur Genesung. Es ist daher begreiflich, dass die infizirte Person, wenn Genesung eintritt, für einige Zeit vor abermaliger Ansteckung gesichert bleibt und zwar für um so länger, je gründlicher die Umstimmung erfolgt war. Sie ist nur dann fähig, wieder zu erkranken, wenn von neuem die bestimmte abnormale Veränderung in den Flüssigkeiten sich einstellt.

Die Reaction und die durch sie bedingte heilsame Rückkehr von den abnormalen zu den normalen Functionen kann auch schon während der Incubation erfolgen, so dass der Organismus den eingedrungenen Feind besiegt, ohne in merklich fühlbarer Weise von ihm gelitten zu haben. Die sogenannte Durchseuchung geschieht also ebensowohl durch Ueberwindung der Krankheit als auch ihrer ersten unmerklichen Stadien; sie besteht immer darin, dass die individuelle Disposition entfernt wird.

Diess scheint mir auch der Grund zu sein für das so höchst auffallende Verschontbleiben des Wärterpersonals in Choleraspitälern. Dasselbe wurde sowohl in Europa als namentlich in Indien beobachtet, wo z. B. von 67 Spitälern, die alle Cholerafälle zu behandeln hatten, in 59 die Wärter ganz frei blieben, in 8 nur vereinzelte Fälle vorkamen und nur in 1 Spital 11 von 127 Wärtern erkrankten; und in diesem einen Spital betrug die Zahl der Erkrankungen ($\frac{1100}{127}$ oder 8,66 Procent) verhältnissmässig nicht mehr als in den Kasernen. Man möchte daher sagen, dass es eine vorzügliche prophylaktische Massregel gegen die Cholera wäre, wenn man sich während einer Epidemie der Krankenpflege in einem Spital widmete. — Die Erklärung der Thatsache aber dürfte in dem Umstande zu finden sein, dass bei den reichlichen Entleerungen der Cholerakranken die Infection mit Contagienpilzen fortwährend, also auch schon bei der beginnenden miasmatischen Infection stattfindet, dass somit nur leichte Erkrankungen eintreten, die schon in den ersten Stadien der Incubation überwunden werden und durch die erfolgte Reaction fernerhin Schutz gewähren.

Wie die Krankheit selbst, wirkt eine nahe verwandte Krankheit. Die Reaction, welche durch die Schutzpocken eingeleitet wird, beseitigt nicht nur die individuelle Disposition für die Schutzpocken, sondern auch diejenige für die Blattern.

Ganz anders verhält es sich mit den übrigen schädlichen Einflüssen, die auf den Organismus einwirken. Derselbe kann sich bis auf einen gewissen Grad an Gifte gewöhnen, an Alkohol, Arsenik u. s. w.,

aber diese Angewöhnung oder Abstumpfung besteht nur darin, dass es grösserer Gaben des Giftes bedarf, um bestimmte nachtheilige Folgen herbeizuführen, während der durchseuchte Körper vor der Infectionskrankheit vollkommen geschützt ist, weil er die Infectionsstoffe verhindert, sich bis zu der ihm gefährlich werdenden Menge zu vermehren.

Der Schutz, den die Durchseuchung gewährt, ist übrigens bei den verschiedenen Infectionskrankheiten sehr ungleich. Dem Principe nach mangelt er wohl bei keiner gänzlich, aber er kann von sehr kurzer Dauer sein. Es kommt auch vor, dass die Folgen einer Infectionskrankheit verschiedenartig gedeutet werden (wie bei Wechselfieber und Syphilis). — Die ungleiche Dauer des Schutzes gegen neue Ansteckung sowohl bei der gleichen als bei verschiedenen Krankheiten hängt offenbar nicht von der Natur der Infectionsstoffe und somit der Pilze, sondern von der besondern Natur der Gesundheitsstörung und von den individuellen Anlagen ab.

Eine Eigenschaft, die einer Gruppe von Infectionspilzen zukommt, und die ich schliesslich noch erwähnen will, ist die Impfbarkeit. Alle rein contagiösen Krankheiten, d. h. diejenigen, welche durch die von den Kranken kommenden Infectionsstoffe ohne weitere Bedingung als die individuelle Disposition auf den Gesunden übertragen werden, sind impfbar. Alle miasmatisch-contagiösen Krankheiten, bei denen nach meiner Ansicht die Ansteckung in gleicher Weise geschieht, aber nur dann Erfolg hat, wenn zu der individuellen Disposition noch die miasmatische Vorbereitung durch die Bodenpilze hinzukommt und ebenso die rein miasmatischen Krankheiten, bei welchen nur Ansteckungsstoffe von aussen (vom Boden) in den Körper gelangen, gelten als nicht impfbar.

Beim Impfen wird der Infectionsstoff, der sich in den Dejectionen oder im Blut und andern Flüssigkeiten des kranken Körpers befindet, in das Blut des gesunden eingeführt. Die energische Wirkung dieser Operation ist begreiflich, da das Contagium in grösserer Menge und im Allgemeinen in frischerem, weniger verändertem Zustande den Angriff macht, als es bei der gewöhnlichen contagiösen Infection der Fall ist. — Ebenso ist es begreiflich, dass die miasmatischen Krankheiten, da sie nicht durch contagiöse Ansteckung sich verbreiten, auch nicht impfbar sind. Dieselben werden durch Bodenpilze verursacht, welche im Körper sich verändern und daher, wenn sie wieder aus

demselben kommen, nicht die gleichen Wirkungen ausüben können, wie die Bodenpilze, von denen sie abstammen.

Was die miasmatisch-contagiösen Krankheiten betrifft, so glaube ich mit grosser Wahrscheinlichkeit nachgewiesen zu haben, dass bei denselben das miasmatische und das contagiöse Moment getrennt werden müssen und dass sie in gewisser Beziehung contagiös sind. In gleicher Beschränkung müssen sie auch impfbar sein, indem nämlich die Impfungen nur in einem miasmatisch vorbereiteten Körper, welcher auch der Ansteckung fähig wäre, Erfolg haben, dagegen bei allen Personen vergeblich sind, die in der letzten Zeit auf einem siechfreien Boden lebten, oder die auf einem siechhaften Boden miasmatisch nicht ergriffen wurden.

Diese Forderung der Theorie stimmt ganz gut mit den Erfahrungen überein. Es wird, um die Nichtimpfbarkeit der Cholera darzuthun, darauf hingewiesen, dass die Wärter in Choleraspitälern und alle diejenigen, welche Choleraleichen ohne besondere Vorsicht seciren, im Allgemeinen nicht angesteckt werden, obgleich bei ihnen oft kleine Verwundungen vorkommen, und dass in dieser Beziehung die Cholera sich ganz anders verhalte als die contagiösen Krankheiten. Aber die genannten Personen, bei denen die Impfung mit Choleragift nicht anschlägt, sind vorher schon der Ansteckung ausgesetzt gewesen und haben sich als nicht empfänglich erwiesen, weil ihnen die individuelle oder die miasmatische Disposition fehlt. Ganz frei gehen sie aber doch nicht aus; einzelne erkranken, weil eben einzelne disponirt sind. Impfungen mit aus der Ferne hergebrachtem Blut von Choleraleichen an der Bevölkerung einer siechhaften Stadt würden ohne Zweifel den Ausbruch einer Epidemie bedingen in ebenso wirksamer oder noch wirksamerer Weise, als wenn einige Cholerakranke in die Stadt gekommen und daselbst gestorben wären.

V.

Verbreitung der Infectionsstoffe und Eintritt in den Körper.

Die Erkenntniss der Art und Weise, wie die Ansteckungskeime sich in den äusseren Medien verbreiten und wie sie von da in unsern Körper gelangen, ist von der grössten praktischen Bedeutung; denn sie allein lässt uns die Mittel auffinden, um uns vor Erkrankung zu schützen. Wohl in keinem andern Gebiete der Lehre von den Infectionskrankheiten haben theils unklare, theils auch ganz irrthümliche Vorstellungen zu so unnützen und selbst schädlichen Rathschlägen geführt wie in dem Gebiete der Schutzmassregeln. Indess wie dunkel die ganze Lehre noch ist, so giebt uns doch die jetzige, wenn auch sehr mangelhafte Einsicht in die Natur der Infectionsstoffe und die Berücksichtigung allgemeiner physikalischer und physiologischer Thatsachen die Mittel an die Hand, um die theoretischen Möglichkeiten betreffend die Verbreitung jener Keime so weit zu beschränken, dass sie auch für praktische Massregeln eine brauchbare und sichere Grundlage abgeben.

Was die Natur der Ansteckungsstoffe betrifft, so habe ich nachgewiesen (S. 53), dass dieselben nicht gasförmig sein können. Diese Thatsache wird uns noch deutlicher sich aufdrängen, wenn wir die Verbreitung derselben näher betrachten. Sie ist in jeder Beziehung ausschlaggebend und darf nie aus den Augen verloren werden. — Wir haben ferner gesehen, dass die Ansteckungsstoffe höchst wahrscheinlich keine chemischen Verbindungen oder Gemenge von solchen sind, — dass es ohne allen Zweifel winzige Organismen sein müssen, welche sich nach ihrem Eintritt in den Körper vermehren, und dass wir als solche nur die Spaltpilze in Anspruch nehmen können, — dass aber die Infectionspilze vielleicht durch lösliche chemische Verbindungen, welche

Zersetzungsproducte sind und wegen ihrer Bedeutung als Krankheitsstoffe bezeichnet werden können, unterstützt werden.

Die Infectionsstoffe entstehen entweder im Körper und werden mit verschiedenen Auswurfsstoffen ausgeschieden (Contagien), oder in äuseren Medien (Miasmen). Am einen und andern Orte bilden sie sich immer in einer wässrigen Flüssigkeit oder in einer von Wasser durchdrungenen festen Masse. Die Verbreitung hat nun gar nichts Unverständliches, wenn der Infectionsstoff mit der unveränderten Substanz, in welcher er sich gebildet hat, in den Körper gelangt. In solchen Fällen liegt der Weg, auf welchem die Ansteckung erfolgt, offen und unzweifelhaft vor und lässt keine Täuschung zu.

Aber es gehören hieher nur wenige Fälle und auf diesem Wege ist in der Regel, wenn nicht künstliche Hülfe sich betheiligt, Verbreitung bloss auf die kürzesten Entfernungen möglich. Die diphtheritische Infection erfolgt oft dadurch, dass etwas Schleim von der erkrankten Rachenschleimhaut durch Anhusten oder auf anderem Wege auf die Schleimhaut einer gesunden, aber für die Krankheit disponirten Person gelangt. Die syphilitische Ansteckung wird durch unmittelbare Berührung bewirkt. Bei der Schutzpockenimpfung und bei den Versuchen mit Impfung oder Einspritzung von Infectionsstoffen bei Thieren werden ihre unveränderten Nährsubstanzen (Schleim, Eiter, Lymphe, Blut, Jauche etc.) benutzt.

Auf grosse Entfernungen können von den Infectionsstoffen bloss die Contagien verbreitet werden (S. 87). Die Verbreitung geschieht durch das Wasser, durch die Luft und durch den menschlichen Verkehr (durch Kleider, Nahrungsmittel und alle möglichen Waaren), sowie auch durch Thiere. Eine richtige Einsicht in diese mannigfaltige Verbreitungsweise erlangen wir nur dadurch, dass wir sie nach den zwei Möglichkeiten scheiden: Die Contagien bleiben entweder benetzt oder sie trocknen aus. Wir erhalten dadurch zwei Kategorieen der Verbreitung:

1) durch Wasser oder eine von wässriger Flüssigkeit durchdrungene Substanz,
2) durch die Luft oder mit Hülfe eines trocknen Gegenstandes.

Was zuerst den nassen Weg der Verbreitung betrifft, so ist die Thatsache, auf die ich schon im vorhergehenden Kapitel Gewicht legte, von Bedeutung, dass nämlich die Contagien, soviel sich wenigstens aus der Analogie der bekannten Spaltpilzformen schliessen lässt, nur während kurzer Zeit ihre eigenartige Beschaffenheit und

Wirksamkeit im Wasser bewahren. In demselben finden die Contagienpilze um so weniger Nährstoffe, je reiner es ist. In ganz reinem Brunnenwasser oder Regenwasser ohne Nährstoffe werden sie durch Erschöpfung rasch verändert, sodass sie nun andere Wirkungen zeigen.

Enthält das Wasser dürftige Nährstoffe, was bei dem Fluss- und Seewasser der Fall ist, welches nur humussaures Ammoniak hat, so tritt langsame Vermehrung ein; aber die Contagienpilze müssen hier bald in gewöhnliche Formen sich umwandeln. — Wenn in dem Wasser andere organische Stoffe gelöst sind (Zucker, Salze von organischen Säuren, Albuminate und deren Zersetzungsstoffe), so erfolgt lebhaftere Vermehrung, zugleich aber ebenfalls eine Umänderung in andere Spaltpilze. Diess ist der Fall in allen (nicht trocknen) Nahrungsmitteln (Milch, Gemüse etc.), dann in Waschwasser, Küchenwasser, Abtrittflüssigkeit; in allen diesen Medien dürften sich die Contagienpilze kaum ein paar Tage unversehrt erhalten.

Am längsten bleiben natürlich die Ansteckungsstoffe in denjenigen Substanzen unverändert, in denen sie sich gebildet haben, doch nur unter der Voraussetzung, dass auch diese sich nicht verändern. Die Auswurfsstoffe, in denen die Contagien sich befinden, entsprechen mehr oder weniger jenen Substanzen; sie gehen aber, wenn sie benetzt sind, bald in Gährung oder Fäulniss über, und damit beginnt auch die Umwandlung und die Vernichtung der Contagien.

Im Allgemeinen können wir wohl sagen, dass die Contagien bei der Verbreitung auf nassem Wege, sofern sie nicht in ihrem eigenen Nährboden verharren, bei gewöhnlicher Temperatur nur wenige Tage lang unverändert bleiben. Die Zerstörung geht rascher in der Wärme (in warmen Ländern, im Sommer, im geheizten Zimmer), langsamer in der Kälte (in kalten Gegenden, auf Gebirgen, im Winter) vor sich. Die Veränderung tritt um so schneller ein, je mehr die Nährlösung rücksichtlich der gelösten Stoffe sich von dem ursprünglichen Nährboden entfernt, und je mehr Wasser sie enthält.

Wenn die Flüssigkeit oder die nasse Substanz, in welcher sich die Contagien befinden, durch schwache antiseptische Mittel vor Veränderung geschützt wird, so bleiben wohl auch die Contagien unverändert und ansteckungstüchtig. Durch welche Mittel und für welche Zeit diess aber erreicht werden kann, ist noch nicht festgestellt. Nur von einem Mittel kennen wir vielleicht die bezügliche Wirkung, nämlich von dem Frost. Im gefrorenen Zustande scheinen nicht bloss die

organischen Substanzen unverändert conservirt zu werden, sondern auch die Pilze wenig zu leiden.

Die Verbreitung auf trocknem Wege geschieht durch die Luft oder an der trocknen Oberfläche verschiedener Gegenstände oder im Innern trockner Substanzen. In diesem Zustande bleiben die Contagien im Allgemeinen viel länger unverändert, als wenn sie benetzt sind. Doch ist diess, wie ich schon im vorhergehenden Kapitel zeigte, nur unter der Bedingung der Fall, dass sich nicht etwa beim Eintrocknen eine allzu dichte Lösung eines schädlichen Stoffes bildet; ferner nur unter der Bedingung, dass die Contagien ganz frisch eintrocknen, und nicht etwa erst in den trocknen Zustand übergehen, nachdem sie schon im nassen Zustande sich mehr oder weniger verändert haben. Es müssen daher die Contagien länger wirksam bleiben, wenn sie in möglichst trocknen Auswurfsstoffen enthalten sind, ferner wenn die Auswurfsstoffe in sehr kleinen (mikroskopischen) Partieen sich vom Körper loslösen oder wenn sie bald, nachdem sie den Körper verlassen haben, sich in solche winzige Partieen vertheilen, wie diess z. B. mit einer Flüssigkeit auf einer porösen Substanz (Leinwand etc.) geschehen kann, welche das Wasser mit den darin gelösten Stoffen rasch absorbirt.

Im trocknen Zustande bleiben die Contagienpilze aber nur unverändert, wenn sie einen gewissen Feuchtigkeitsgrad behalten; allzustarkes Eintrocknen verändert sie wohl immer. Daher bleiben die Contagien in trockner und warmer Luft weniger lang unversehrt als in feuchter und kalter, und weniger lang, wenn sie frei in der Luft sich befinden, als wenn sie in einer trocknen Substanz eingeschlossen und dadurch vor weiterer Verdunstung geschützt sind. Es ist bekannt, dass die Ansteckung nur auf sehr kurze Entfernung durch die Luft erfolgt, auf grössere Entfernungen nur durch Personen oder Effecten.

Die Erfahrung giebt uns über die Frage, wie lange die Verbreitbarkeit der Infectionsstoffe dauert, wenig Aufschluss. Dieselbe muss wesentlich nach den Beobachtungen an Spaltpilzen beantwortet werden. Danach ist es wahrscheinlich, dass die verschiedenen Ansteckungsstoffe sich beim Eintrocknen ungleich verhalten, was vorzüglich von der chemischen Zusammensetzung der Flüssigkeit, in der sie sich befinden, abhängen dürfte. Das Milzbrandgift verliert seine Wirksamkeit schon beim ersten Eintrocknen. Die Cholerakeime sind nach einem

Zug durch die Wüste von 21 Tagen oder nach einer Meerfahrt von etwas längerer Dauer nicht mehr ansteckungstüchtig. — In München erkrankten mehrere Maurer an den Pocken, welche die Kalktünche eines Zimmers abkratzten, das vor 6 bis 7 Jahren Pockenkranke beherbergt hatte und dann getüncht worden war. Wenn die Deutung richtig ist, dass die Ansteckung in diesem Zimmer und nicht etwa anderswo erfolgte, so liegt hier ein Fall von ausserordentlich langer Conservirung von Infectionsstoffen vor und könnte wohl nur dadurch erklärt werden, dass der Kalkbewurf sie vor gänzlichem Austrocknen geschützt habe.

Aus dem Gesagten ergiebt sich, dass die Infectionsstoffe vorzüglich auf trocknem Wege sich verbreiten, entweder durch die Luft oder an trocknen Gegenständen; um von den letzteren in den Körper zu gelangen, müssen sie aber ebenfalls zuvor in die Luft kommen. Dieses Medium ist also fast ausschliesslich der Träger, welcher die Ansteckungskeime uns zuführt. Es ist somit eine Frage von grösster Wichtigkeit: Wie gelangen dieselben in die Luft? Die richtige Beantwortung derselben bedingt, wie wir später sehen werden, die wirksamsten prophylaktischen Massregeln gegen die ansteckenden Krankheiten. Ich muss um so mehr Gewicht darauf legen, als bisher ganz allgemein die Frage unrichtig beantwortet wurde.

Im Grunde verhält sich die Sache sehr einfach. Die Infectionsstoffe, es mögen Miasmen oder Contagien sein, bilden sich in einer wässrigen Flüssigkeit oder in einer mit solcher Flüssigkeit durchdrungenen Substanz. Sie sind nicht flüchtiger (gasförmiger) Natur und können daher erst nach dem Austrocknen in Staubform von der Luft fortgeführt werden.

Nun wird aber das gerade Gegentheil behauptet, und zwar nicht etwa desswegen, weil man die Infectionsstoffe für Gase hält, sondern indem man sie ausdrücklich als Organismen bezeichnet. In der kleinen populären Schrift von Cohn (über Bacterien) wird gesagt: Wir wissen, dass diese unendlich leichten Körperchen (die Spaltpilze) bei der Verdunstung durch die verdampfenden Wassertheilchen mit fortgeführt, in der Luft als Sonnenstäubchen umherschwimmen. In medicinischen Schriften finden wir die gleichen Behauptungen; selbst in Hand- und Lehrbüchern kommen Angaben vor wie die folgenden: Aus verdunstenden Flüssigkeiten steigen bei gewöhnlicher Temperatur

Vibrionenkeime in die Luft empor; — der aus Sümpfen aufsteigende Wasserdampf reisse unzählige Mengen niederer Organismen mit sich; — die in der Mund- oder Nasenhöhle befindlichen Pilze streuen ihre Sporen durch die Respirationsluft aus u. dgl.

Diese Vorstellungen sind vollständig irrthümlich; ihnen widersprechen die einfachsten Thatsachen der Physik. Ein Verdunsten der Spaltpilze aus einer Flüssigkeit oder einer feuchten Substanz ist zum voraus eine naturgesetzliche Unmöglichkeit. Bekanntlich verdunstet bei gewöhnlicher Temperatur aus einer wässrigen Kochsalz- oder Zuckerlösung bloss das Wasser; Kochsalz und Zucker bleiben zurück. Von diesen Stoffen geht auch nicht die winzigste Menge durch Verdunstung verloren. Auf dieser bekannten Thatsache, dass das Wasser verdampft und die nicht flüchtigen Verbindungen zurücklässt, beruhen die allerfeinsten Bestimmungen der Chemie. Wenn aber die kleinsten Theilchen (Moleküle) des Kochsalzes und Zuckers von dem verdunstenden Wasser nicht fortgerissen werden, wie sollen die Spaltpilze (Vibrionen, Bacterien), die Pilzsporen und andere niedere Organismen fortgeführt werden, da die leichtesten unter ihnen trotz ihrer winzigen Kleinheit viele Millionen mal grösser und schwerer sind als die Kochsalz- und Zuckermoleküle? Die winzigsten Organismen verhalten sich zu diesen nicht verdunstenden Molekülen wie Kanonenkugeln zu Sandkörnchen, die der Wind aufwirbelt, und sie bestehen ebenfalls aus nicht flüchtigen Substanzen (Eiweiss, Cellulose, Zucker, Salzen etc.).

Aus einer Flüssigkeit können die nichtflüchtigen Stoffe bloss durch eine mechanische Action weggeführt werden, welche kleine Wassermassen und mit denselben die darin gelösten Verbindungen losreisst. Beim Kochen steigen Gasblasen auf, welche an der Oberfläche platzen und kleine Wassertropfen fortspritzen. Heftiger Wind, bei welchem die Wogen überstürzen und sich brechen, und welcher das brandende Meer in Schaum verwandelt, trägt Wassertropfen und in denselben auch Seesalz weit mit sich fort. Die Verdunstung aber entführt nicht Wassertropfen, sondern nur Wassermoleküle und lässt die nicht gasförmigen Verbindungen zurück. — Wie das Salz aus dem Meere können die Spaltpilze aus irgend einer Flüssigkeit, ehe dieselbe eintrocknet, nur dann in die Luft kommen, wenn durch eine mechanische Einwirkung Tropfen fortgespritzt werden.

Die Unmöglichkeit, dass aus einer Flüssigkeit Pilze oder andere nichtflüchtige Stoffe durch Verdunstung entweichen, liegt so klar vor,

dass es fast einer Entschuldigung bedarf, wenn ich darüber noch besondere Versuche anstellte. Ich hielt dieselben wegen der hohen praktischen Wichtigkeit und weil viele durch eine sinnlich wahrnehmbare Erscheinung besser überzeugt werden als durch die beste theoretische Begründung, doch nicht für ganz überflüssig.

Mehrere Versuche wurden in folgender Weise ausgeführt. Ein abgeschlossener Raum, in welchem sich ein offenes Gefäss mit einer fäulnissfähigen guten Nährlösung befand, wurde durch Erhitzen von Spaltpilzen befreit, und dann die abschliessende Flüssigkeit, welche ebenfalls eine gute Nährlösung war, in Fäulniss versetzt. Es befand

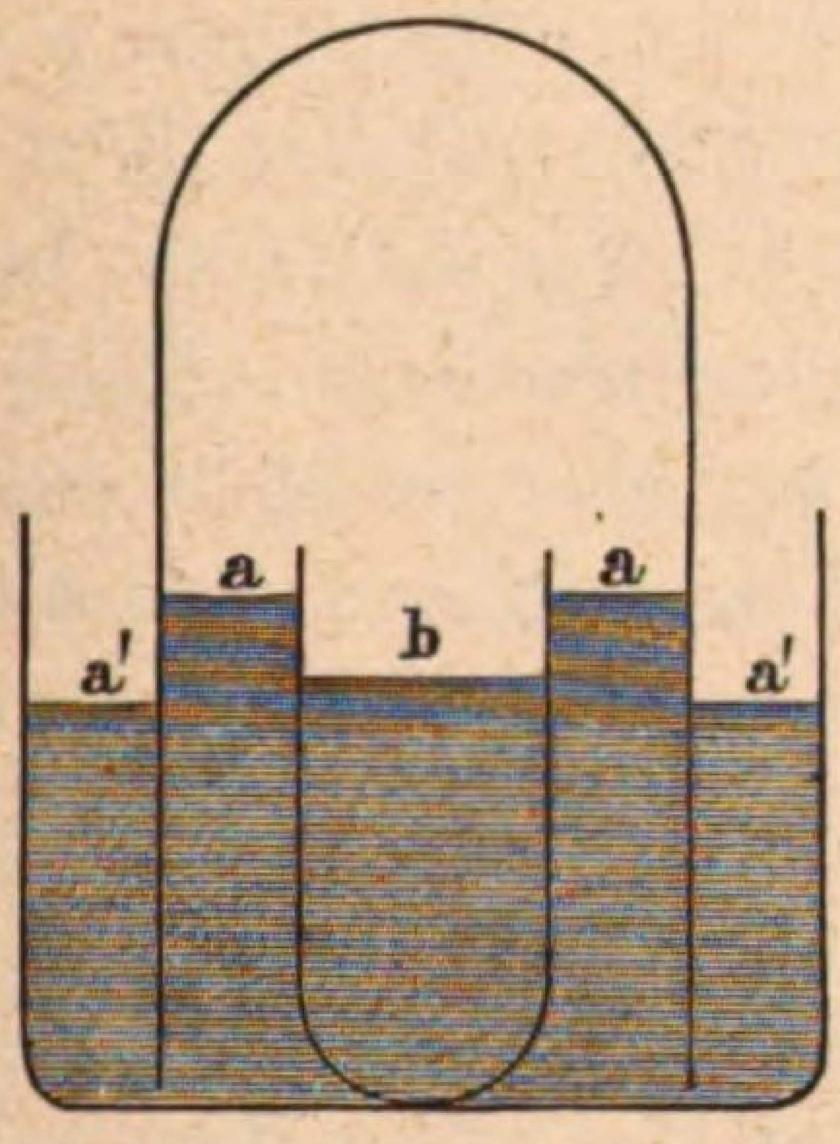


Fig. 4.

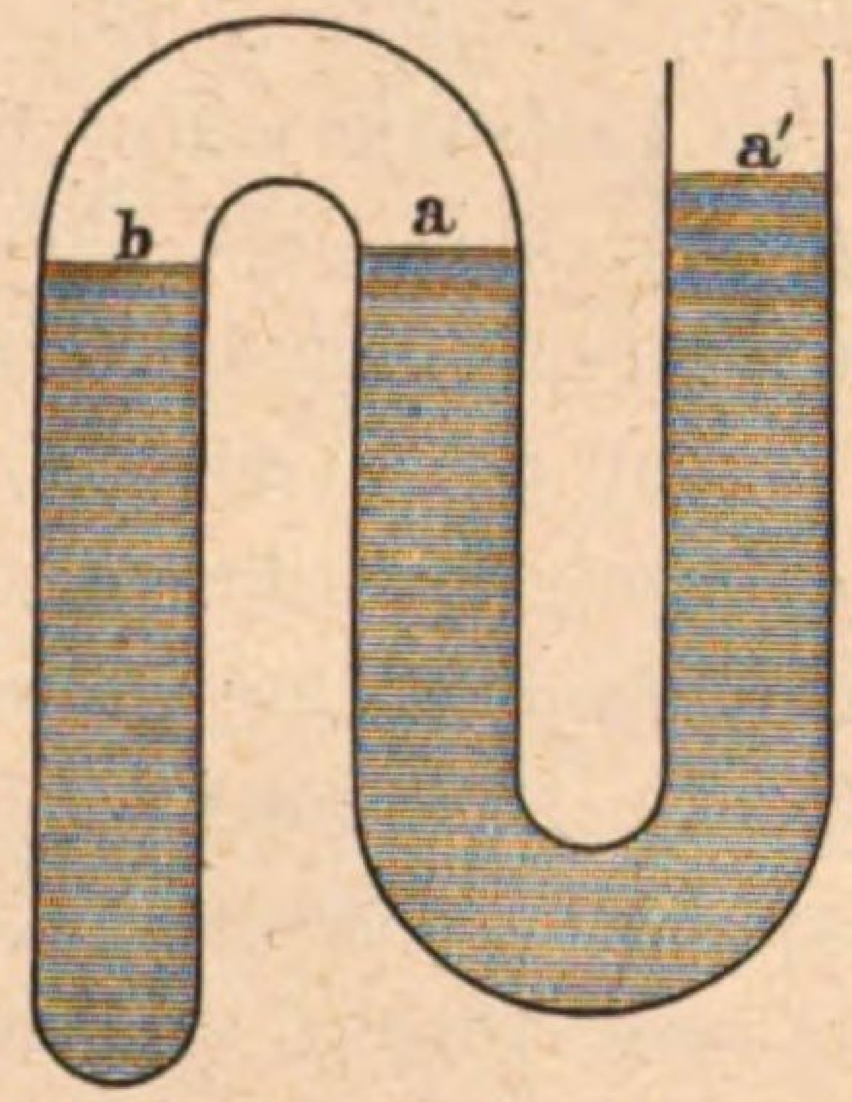


Fig. 5.

sich also, wie die Abbildung 4 zeigt, unter einer Glasglocke, die in eine faulende Flüssigkeit a'—a tauchte, eine pilzfreie Atmosphäre und darin ein Gefäss mit pilzfreier Nährlösung (b). Das Resultat war, dass die letztere für alle Zeit vollkommen frei von Fäulniss blieb; aus a ging nicht der winzigste Spaltpilz durch die Luft nach b hinüber.

Sehr zahlreiche Versuche (die meisten zu andern Zwecken) wurden ferner in der Art angestellt, dass in einer doppelt gebogenen Glasröhre (vergl. die Abbildung 5) der innere zugeschmolzene Schenkel eine fäulnissfähige gute Nährlösung (b), welche durch Auskochen des ganzen Apparates in einem Dampftopf pilzfrei gemacht war, die beiden andern Schenkel die nämliche Nährlösung (a — a'), welche in Fäulniss versetzt wurde, enthielten. Die beiden Flüssigkeiten a und b waren durch Luft, manchmal kaum durch eine 1 Centimeter hohe Luftschicht getrennt. Auch in diesem Falle wurde die innere Flüssigkeit (b) nie durch die äussere (a) angesteckt.

Bei diesen Versuchen wurden verschiedene Nährflüssigkeiten verwendet und bei längerer Dauer von Zeit zu Zeit theilweise erneuert. In einigen Fällen wurden die Versuche Jahre lang (über 3 Jahre) unterhalten. Die Temperatur war meistens die des Zimmers, einige Male auch die des Brütkastens (36—38° C.), die Verdunstung also, namentlich in letzterem Falle, sehr lebhaft [1]).

Es klingt paradox und ist doch vollkommen richtig, dass eine in Fäulniss oder anderweitiger Zersetzung befindliche Flüssigkeit einen vollkommenen Verschluss gegen Zersetzungskeime bildet und dass die der Veränderung am leichtesten zugänglichen Substanzen durch eine faulende Flüssigkeit ebenso gut geschützt sind, wie in einer zugeschmolzenen Glasröhre. Durch den die beiden Flüssigkeiten a und b trennenden Luftraum gehen alle flüchtigen Stoffe (Wasser, Riechstoffe) über, jedoch nur diese. Von den beiden Flüssigkeiten (a, b) kann durch die Verdunstung die eine zu-, die andere abnehmen. Die Flüssigkeit b nimmt genau den Geruch von a an, aber sie bleibt klar und frei von Pilzen und ihre noch so leicht zersetzbaren Verbindungen bleiben vollkommen unverändert.

Wie eine Flüssigkeit verhält sich auch eine nasse oder benetzte Substanz (z. B. nasse Erde, frische Excremente etc.). Durch Verdunstung verliert sie nur flüchtige (gasförmige) Stoffe; die nicht flüchtigen und die Spaltpilze bleiben in ihr zurück. Man sieht die Nothwendigkeit hievon schon zum voraus ein; denn der Unterschied gegenüber einer Flüssigkeit besteht nur darin, dass das benetzende Wasser eine sehr dünne Schicht an der freien Fläche bildet. Selbst

1) Es könnte hier vielleicht der Einwurf erhoben werden, dass die Oberfläche von a an einen mit Wasserdampf gesättigten Luftraum grenzte, und dass daher eine Verdunstung überhaupt nicht stattgefunden habe. Diese Behauptung wäre aber im Widerspruche mit den jetzigen, unzweifelhaft richtigen Anschauungen der Physik, dass die Verdunstung eine Folge der inneren Arbeit der Flüssigkeit ist, dass nämlich durch die Bewegungen der Flüssigkeitstheilchen fortwährend einzelne Moleküle von der Oberfläche weggeschleudert werden, dass aus der Atmosphäre über der Flüssigkeit fortwährend einzelne Moleküle in dieselbe zurückfliegen und dass die Sättigung mit Dampf dann eingetreten ist, wenn in der Zeiteinheit gleichviele Moleküle die Flüssigkeit verlassen und in dieselbe zurückkehren.

Der Ausspruch, dass in einer mit Dampf gesättigten Atmosphäre die Verdunstung aufhört, will nur sagen, dass die Flüssigkeitsmenge in dieser Atmosphäre nicht mehr abnimmt, aber nicht etwa, dass die Bewegung, die mit der Verdunstung verbunden ist, nämlich das Fortfliegen der Moleküle, aufgehört hat, wie sich ja auch leicht durch Versuche zeigen lässt.

eine starke Luftströmung vermag die Pilze nicht fortzuführen; diess wird durch folgende Versuche bewiesen. In einer mehrfach gebogenen Glasröhre, wie sie die Abbildung 6 zeigt, ist der Schenkel links mit

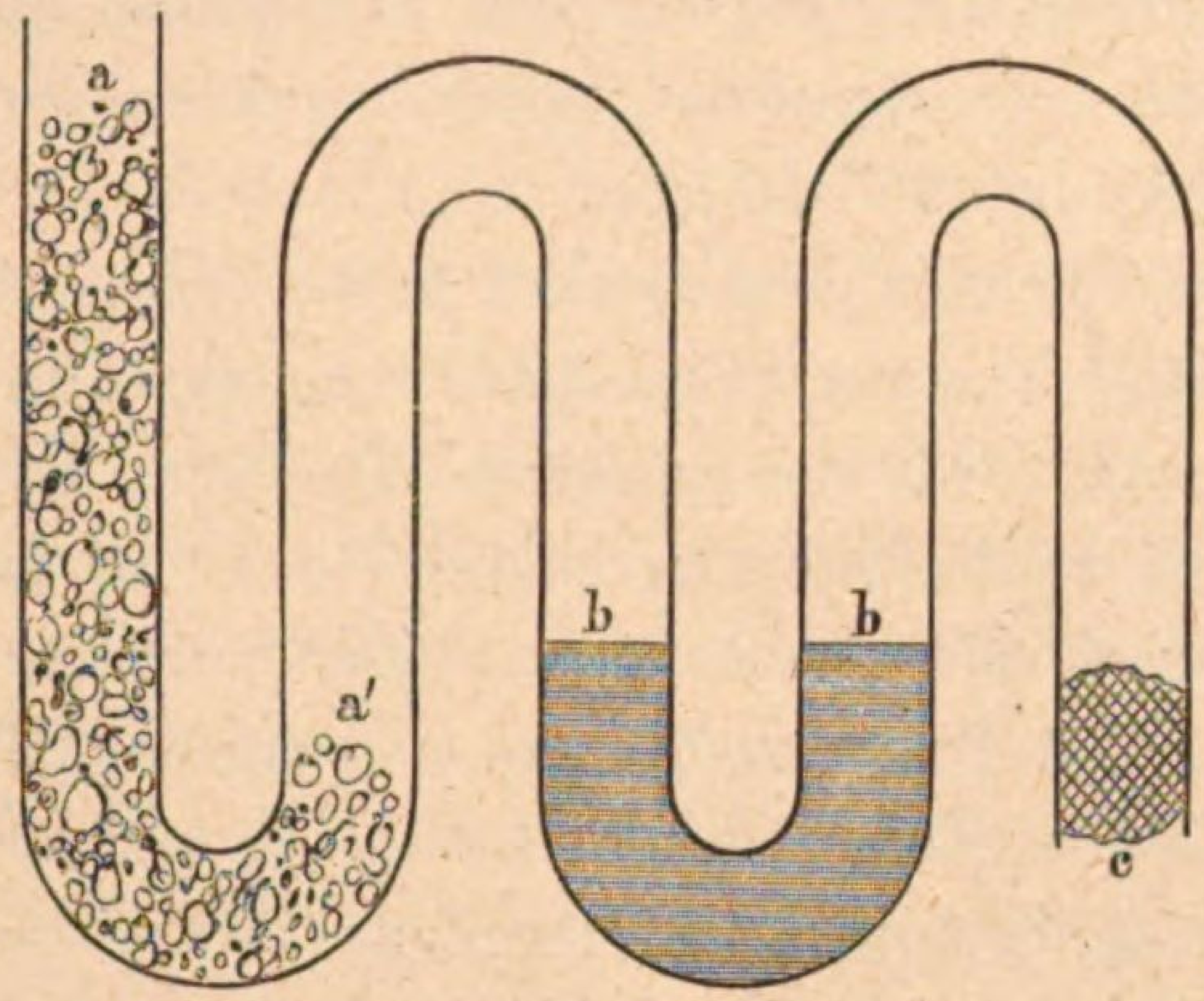


Fig. 6.

Sand oder Kies gefüllt (a — a'), die untere Biegung rechts enthält eine Nährflüssigkeit (b — b), das offeneEnde rechts ist durch einen Baumwollpfropf (c) verschlossen. Durch Auskochen der Röhre im Dampftopf ist die Nährflüssigkeit b — b pilzfrei gemacht, und der Baumwollpfropf c lässt keine Pilze eintreten. Der Sand a wird entweder mit einer faulenden Flüssigkeit oder mit einer frischen Nährlösung, welche man faulen lässt, benetzt, Dann wird Luft durch die Röhre in der Richtung von a nach c durchgesaugt. Diese Luft streicht durch den nassen Sand oder Kies (a — a'), der mit Spaltpilzen impraegnirt ist, und dann durch die Nährlösung (b — b).

Wenn man bei c saugt, ohne den Baumwollpfropf zu entfernen, so hat man eine schwache Luftströmung; man kann aber beliebig starke Strömungen erhalten, wenn man den Pfropf vor dem Saugen entfernt und nachher wieder einsetzt. Verfährt man nämlich mit einiger Vorsicht, so lässt sich die Baumwolle bei c wegnehmen und wieder an ihre Stelle bringen, ohne dass Pilze in die Glasröhre eindringen. Um ganz sicher zu gehen, ist es jedoch besser, wenn die Röhre bei c noch einmal aufwärts gebogen und dieser aufrechte linke Schenkel wie der rechte (a) mit nassem Kies gefüllt ist. Man kann dann Luft in der einen oder andern Richtung durchsaugen.

Mag man nun den Versuch in der einen oder andern Weise anstellen, das Resultat ist immer das gleiche. Die Luft, welche durch

den mit Fäulnissstoffen und zahllosen Spaltpilzen verunreinigten, benetzten Kies oder Sand strömt, entführt keine Fäulnisskeime aus demselben; sie lässt selbst diejenigen, die sie mitgebracht hat, darin zurück und wird aufs Gründlichste filtrirt. Die Nährflüssigkeit, durch welche sie strömt, bleibt, auch wenn das Durchsaugen wiederholt wird, für alle Zeit klar und unverändert[1]).

Aus dem Vorstehenden geht deutlich hervor, dass von einer Flüssigkeit oder benetzten Substanz keine Ansteckungsstoffe in die Luft entweichen können; diess wird nur möglich, wenn eine besondere mechanische Einwirkung mithilft, wodurch das Wasser in Tropfen zertheilt wird und wirkliches Spritzen entsteht. Aus jauchigen Flüssigkeiten, aus faulenden nassen Substanzen, aus nassem Sumpfboden erheben sich keine schädlichen Keime; die von uns ausgeathmete Luft enthält niemals Infektionsstoffe noch auch Pilzsporen[2]), weil die Schleimhäute, an denen sie vorbeistreicht, benetzt sind. Dagegen können durch Husten, Lachen, Sprechen u. s. w. Tröpfchen von Schleim und Speichel mit der ausgeathmeten Luft ausgeworfen werden.

Die Infektionsstoffe gelangen also im Allgemeinen erst nach dem Austrocknen und zwar in Staubform in die Luft. Dabei kommen zwei Umstände in Betracht, erstlich die grössere oder geringere Adhäsion, mit der die Infektionsstoffe festhaften und ferner die mechanischen Mittel, welche sie lostrennen und fortführen. Was den letzteren Umstand betrifft, so ist der häufigste und einfachste Fall der, dass die ausgetrocknete Masse oder der Rückstand der ausgetrockneten Flüssigkeit durch irgend welche mechanische Einwirkung in Staub verwandelt wird, worauf die Luftströmungen die Staubtheilchen mit den Infektionsstoffen, die sich darin befinden, forttragen. Wir haben eine analoge Erscheinung täglich auf den Strassen vor Augen.

Tritt eine solche mechanische Zerkleinerung und Pulverisirung nicht ein, so ist die weitere Frage, ob und unter welchen Umständen

1) Lässt man die Glasröhre längere Zeit (Jahre lang) stehen, ohne die Fäulniss in dem Kies durch Zusatz von Nährstoffen zu unterhalten, so siedeln sich Schimmelpilze in demselben an und später erhält man zuweilen auch eine Schimmelvegetation in der spaltpilzfreien Nährflüssigkeit b — b. Dieselbe rührt aber nicht etwa von Schimmelsporen her, welche mit der Luft durchgezogen worden wären, sondern von Schimmelfäden, welche längs der Glaswand hineinwachsen.

2) Eigentliche Pilzsporen können schon deswegen nicht ausgeathmet werden, weil die Schimmelpilze, die allenfalls in Körperhöhlungen vorkommen, hier keine Sporen bilden.

Infectionsstoffe sich ablösen. In dieser Beziehung ist zunächst selbstverständlich, dass die Ablösung nur an Oberflächen erfolgen kann, welche an Luft grenzen, es mögen dieselben an der Aussenseite oder im Innern einer grobporösen Substanz befindlich sein. Es darf ferner als sehr wahrscheinlich betrachtet werden, dass sich allenfalls nur die Infectionspilze allein und nicht mit einer Partie der getrockneten Substanz lostrennen; denn es ist wohl ein seltener Fall, dass eine Masse mit dem Austrocknen von selbst (ohne äussere mechanische Einwirkung) zerfällt oder dass kleine Partieen derselben sich von selbst losreissen.

Ob nun aber Spaltpilze sich von der Oberfläche einer trocknen Substanz von selbst ablösen, mit andern Worten, ob sie derselben so lose anhaften, dass eine Luftströmung sie fortführt, das hängt vorzüglich von der Beschaffenheit der Flüssigkeit ab, aus welcher sie eingetrocknet sind. Enthält das Wasser eine gewisse Menge von gummiartigen oder schleimigen Substanzen, so trocknen dieselben mit den Spaltpilzen zu einer zähen Masse ein, oder bilden wenigstens einen Klebstoff, welcher die Pilze an die Oberfläche festkittet. Diess ist beim Fleisch der Fall; dasselbe fängt, es mag roh oder gekocht sein, an der Oberfläche nur dann zu faulen an, wenn es etwas benetzt ist. Diese benetzende Schicht ist Fleischflüssigkeit, welche nach dem Trocknen die Spaltpilze gleichsam festleimt. Erst wenn das Stück Fleisch bei nachfolgendem starkem Eintrocknen der inneren Masse durch mechanische Wirkung an der Oberfläche reisst, können einzelne Partieen des Ueberzuges von selber abspringen.

Anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn in dem Wasser nur eine äusserst kleine Menge von schleimigen (nicht krystallisirenden) Verbindungen gelöst ist. In diesem Falle haften die Spaltpilze nach dem Eintrocknen durch kein Klebmittel fest, sondern bloss durch die ihnen eigenthümliche Adhäsion; und diese ist voraussichtlich gering. Denn es ist wohl eine allgemeine Erscheinung, dass getrocknete Pflanzenzellen nur dann innig adhäriren, wenn sie an einander oder an einen fremden Gegenstand festgewachsen sind, dass sie aber, wenn eine Verwachsung nicht statthat, nur ziemlich lose anliegen.

Wir können also mit Grund die Vermuthung hegen, dass die im blossen Wasser (Brunnen-, Fluss-, Sumpf-, Grundwasser) entstehenden Spaltpilze sich nach dem Eintrocknen ziemlich leicht von den Körpern, denen sie anhängen, loslösen (von Steinen, Bodentheilchen, Holz, Pflanzen), und dass daher die Bodenpilze (Miasmen) auch ohne dass eine mecha-

nische Action vorausgeht, in die Luft gelangen können. Die Bedeutung dieses Umstandes wird bei der Betrachtung der hygienischen Eigenschaften des Bodens verständlich werden. Vielleicht dass unter besonderen Umständen auch Contagienpilze sich leicht lostrennen, wenn dieselben mit äusserst wässrigen Stühlen (Cholera), mit Harn, Schweiss, Thränenflüssigkeit ausgeschieden werden. Doch ist man bei den Contagien nicht auf diese Erklärung beschränkt, wie es bei den Bodenmiasmen der Fall ist, indem wohl immer eine geringere oder grössere mechanische Einwirkung (Berühren, Reiben, Kratzen, Schütteln der Haut, der beschmutzten Wäsche, des Bettzeuges, der Geräthe, des Fussbodens u. s. w.) hinzukommt, welche die Adhäsion überwindet.

Die Ansteckungsstoffe werden auf nassem oder trocknem Wege verbreitet; im ersteren Falle gelangen sie meistens durch Berührung, im letzteren Falle in Staubform durch die Luft in den gesunden Körper. Diese beiden Verbreitungsarten entsprechen den beiden Formen von Ansteckungsstoffen, welche die Pathologie häufig unterscheidet, den fixen und den flüchtigen. Letztere Ausdrücke sind, wie ich bereits früher zeigte, jedenfalls nicht glücklich gewählt, indem namentlich unter einem flüchtigen Körper in der Naturwissenschaft etwas ganz anderes verstanden wird, als was der flüchtige Infectionsstoff wirklich ist. Sie sind um so schädlicher, als sie leicht irre führen und als man damit offenbar unklare Vorstellungen verbindet, Vorstellungen, welche zwischen Gas und Staub nicht unterscheiden und welche dem Infectionsstoff bald eine wirklich gasförmige, bald eine wirklich staubförmige, bald eine unbestimmte Zwitterbeschaffenheit beilegen. Es wäre daher besser, für die Infectionsstoffe sich der Bezeichnungen nass und staubförmig zu bedienen[1]).

Immerhin muss man sich genau bewusst sein, dass zwischen einer staubförmigen und einer flüchtigen oder gasförmigen Substanz rücksichtlich der Verbreitung ein himmelweiter Unterschied besteht. Eine Gasmasse verschwindet in der Luft durch Diffusion wie ein Stück Zucker, das wir in einen See werfen; sie löst sich in ihre Moleküle auf, welche in Folge der ihnen eigenthümlichen Bewegungen sich von

1) Der Name volatil, den man auch statt flüchtig anwendet, hat die gleiche physikalisch-chemische Bedeutung wie dieses Wort. Man könnte allenfalls, wenn man nicht nass und staubförmig gebrauchen will, fix und flabil (was fortgeweht wird) sagen.

einander entfernen, bis in der ganzen Atmosphäre eine gleichmässige Vertheilung erfolgt ist.

Eine Staubmasse dagegen vertheilt sich in der Luft bloss nach Massgabe der Luftströmungen, welche sie antrifft. Es werden daher immer grössere oder kleinere Mengen derselben beisammen bleiben, gleichsam so, wie die Nebelbläschen zu Wolken zusammengehäuft sind, und es wird weite und grosse Gebiete des Luftmeeres geben, welche von jener Staubmasse gänzlich frei bleiben.

Ein verdunstender Körper zerfällt in seine letzten physikalischen Theilchen, in seine Moleküle, welche sich in einem Luftraume vertheilen, als ob sie gewichtslos wären. Die Stäubchen dagegen sind vor weiterem Zerfallen geschützt; und insofern sie Infectionsstoffe sind, übertreffen sie die Moleküle wenigstens um viele Millionen an Grösse und Schwere. Ihr Gewicht äussert sich dadurch, dass sie bei vollkommen ruhiger Luft niederfallen. Dagegen können sie sich bei bewegter Luft um so länger schwebend erhalten, je kleiner sie sind. Beweise dafür giebt uns der Passatstaub (der von den Passatwinden aus Amerika herübergebrachte Staub), welcher unter anderem mikroskopische einzellige Pflanzen und Pilzsporen enthält, die zehntausend mal grösser und schwerer sind als die Spaltpilze.

Während eine irgendwo gebildete Gasmenge sofort durch Vertheilung verschwindet, kann eine Staubmasse lange an ihrer Bildungsstelle liegen bleiben. Lokal ist ein Gas nur bald nach seinem Entstehen und dauernd nur dann wirksam, wenn es fortwährend neu gebildet wird. Staub dagegen, der einmal irgendwo sich gebildet hat, kann, wenn wir bloss seine Verbreitung berücksichtigen, nach beliebig langer Zeit eine lokale Wirkung zeigen, und es kann sich diese lokale Wirkung eine beliebige Zahl von Malen wiederholen. Ein staubförmiger Körper ist für eine lokale und zeitliche Wirksamkeit sehr geeignet, während diess beim gasförmigen Körper nur in äusserst beschränktem Masse der Fall ist.

Wenn daher eine mit Infectionsstoffen versetzte Substanz nach dem Austrocknen in Staub zerfällt, so können früher oder später gewisse Personen, gewisse Häuser, gewisse Strassen einer Stadt, gewisse Gebiete davon viel, andere wenig oder nichts erhalten. Man wird der Ansteckung um so mehr ausgesetzt sein, je näher man sich örtlich und zeitlich dem Ursprunge des Infectionsstoffes befindet und je mehr die Luftströmungen von dorther kommen.

Die Infectionsstoffe haben eine ungleiche Verbreitbarkeit. Die einen verbreiten sich leichter, die andern schwerer, sodass unter übrigens gleichen Umständen die einen eine grosse, die andern eine geringe Zahl von Individuen infiziren. Die einen werden auf grosse, die andern nur auf geringe Entfernungen verschleppt.

Diese ungleiche Verbreitbarkeit wird durch sehr verschiedene Ursachen bedingt. Eine Hauptrolle spielt dabei der Umstand, ob die Infectionsstoffe auf nassem oder trocknem Wege sich verbreiten. Von grösster Wichtigkeit ist ferner die Dauerhaftigkeit derselben, welche, wie ich oben zeigte, von verschiedenen Umständen abhängt, wobei ein sehr schwaches Austrocknen die längste Dauer gewährleistet. Es kommt also, wenn es sich um Ausbreitung einer staubförmigen Substanz handelt, auch auf Klima und Jahreszeit, und wenn es sich um den nassen Weg handelt, vorzüglich auf die Temperatur an, indem die Haltbarkeit des Infectionsstoffes mit der Zunahme der Wärme geringer wird.

Wichtig ist bei dem Transport auf trocknem Wege auch der Umstand, ob die Infectionsstoffe, wie diess bei den Miasmen oft der Fall zu sein scheint, von den Luftströmungen allein fortgeführt werden, oder ob dieselben mit einer sie umhüllenden Masse eintrockneten, und im letzteren Falle, ob die eingetrocknete Masse eine spröde oder eine zähe Beschaffenheit besass, indem bei spröder Beschaffenheit eine viel feinere Zertheilung möglich ist als bei zäher.

Die vereinzelten Infectionspilze stellen die winzigsten Stäubchen dar, die noch von den allerschwächsten Luftströmungen fortgeführt werden, die aber einem raschen und übermässigen Austrocknen preisgegeben sind. Eine spröde Masse kann in kleine und zahlreiche Stäubchen zerfallen, die jedoch viel schwerer und weniger leicht verwehbar sind, aber auch weniger leicht austrocknen, als die isolirten Infectionspilze. Eine zähe trockne Masse endlich zerfällt in grössere und weniger zahlreiche Splitter, die nur von stärkeren Luftströmen fortgetragen werden, die aber dem vollständigen Austrocknen viel weniger ausgesetzt sind und sich daher für weiten Transport, namentlich an Kleidern und Waaren anhängend, eignen.

Eine Berücksichtigung aller dieser verschiedenen Momente, welche auf die Verbreitung der Infectionsstoffe Einfluss haben, dürfte manchen Aufschluss über die grosse Verschiedenheit geben, welche die Infectionskrankheiten rücksichtlich ihrer Verbreitbarkeit zeigen.

Die Infectionsstoffe, welche auf nassem oder trocknem Wege sich verbreiten, treffen möglicher Weise überall auf die Oberfläche des Körpers und dringen mit der Luft, mit Speisen und Getränken in die Höhlungen desselben ein. Es ist nun die Frage, wo und wie sie von da in die lebende Substanz des Körpers gelangen. Ich will vorerst die Wunden unberücksichtigt lassen und den Fall voraussetzen, dass alle Theile anatomisch vollkommen normal und gesund gebaut seien.

Dass die Infectionsstoffe durch die äussere Haut eindringen, können wir wohl von vornherein als unmöglich ausser Acht lassen. Dagegen werden sie in die offenen Schweissdrüsen eintreten; ihrem weiteren Vordringen stehen hier aber ungefähr die nämlichen Hindernisse entgegen, wie bei allen Schleimhäuten, welche die inneren Körperhöhlungen auskleiden, und welche erfahrungsgemäss für feste Stoffe auch in der feinsten mechanischen Vertheilung unwegsam sind. Kieselstaub und Kohlenstaub kommen zuweilen in Menge in die Alveolen und in die Lymphdrüsen der Lunge, bleiben aber in den letzteren angehäuft und gehen nicht ins Blut über. Ebenso ist durch Versuche dargethan, dass noch so fein vertheilte feste Stoffe vom Darmkanal aus nicht aufgenommen werden, auch die festen Fette nicht. Nur die flüssigen Fette vermögen nach der jetzigen Ansicht der Physiologen als winzigste Tröpfchen in die Chylusgefässe durchzudringen, aber bloss dann, wenn die feinen Capillarwege durch die Galle für Fett durchgängig gemacht wurden.

Es kann also nicht angenommen werden, dass die Infectionspilze bloss in Folge ihrer Kleinheit passiv in die Substanz des Körpers gelangen. Wenn sie im Gegensatz zu gleich grossen oder kleineren Kohlentheilchen doch eindringen, so müssen sie diess als lebende Organismen in activer Weise vollbringen.

Um durch eine Schleimhaut hindurch ins Blut zu gelangen, muss der Infectionspilz das Epithel, das Bindegewebe und die Wand des Capillargefässes durchbohren. Es ist diess ein etwas langer Weg und ich möchte bezweifeln, ob öfters Spaltpilze denselben zurückzulegen vermögen. Jedenfalls wird ihnen das Durchdringen am ehesten da gelingen, wo der Weg am kürzesten und wo die Widerstände ihrer Natur nach am geringsten sind, nämlich in den Alveolen der Lungen. Die Blutcapillaren, welche in diese Alveolen hineinragen, liegen hier frei oder sind höchstens mit plattgedrückten Epithelzellen bedeckt, sodass die trennende Wand zwischen dem Lumen der Capillaren und

dem Luftraum der Alveolen äusserst dünn ist. — Die Gründe, warum ich glaube, dass die Spaltpilze durch diese Wandung sich durchzubohren vermögen, sind folgende:

Wir wissen, dass Schimmelfäden das härteste Holz durchbohren, obgleich der vorangehende Scheitel ebenso weich ist als ein Spaltpilz. Sie vermögen diess dadurch, dass die vordringende Spitze die ihnen entgegenstehende harte Substanz auflöst und als Nahrung verwendet[1]). Die Spaltpilze haben gegenüber den Blutcapillaren eine viel leichtere Arbeit, und es stehen ihnen dafür auch wirksamere Mittel zu Gebote. Statt des harten Holzes treffen sie auf eine zarte Membran, welche mit geringer Dicke eine grosse Weichheit verbindet. Dann sind die Spaltpilze viel dünner als die Pilzfäden, indem ihr Querschnitt bloss den 100. bis 500. Theil der letzteren beträgt. Dazu kommt ferner, dass die Spaltpilze sich um ihre Achse drehen und wie eine Schraube eindringen, indess den Schimmelfäden diese drehende Bewegung mangelt. Endlich dürfen wir wohl noch die selbständige Vorwärtsbewegung der Spaltpilze als mechanisches Moment in Anschlag bringen. Die Geschwindigkeit, mit der sie im Wasser vorwärts gehen, ist wenigstens 1000mal grösser als die Geschwindigkeit des im Wasser ungehindert wachsenden Schimmelfadens. Fassen wir alle diese Momente zusammen und nehmen wir überdem an, dass die Spaltpilze ebenso leicht sich der Substanz der Capillarenwandung bemächtigen als die Schimmel der Substanz der Holzzellenwandung, so ergiebt sich ein mehr als millionenfacher Vortheil für die Spaltpilze[2]).

1) Man darf daraus nicht etwa schliessen, dass auch Schimmelfäden durch die Wandung der Capillaren oder durch andere Gewebe des Körpers durchwachsen können. Das Holz, in das sie eindringen, ist abgestorben. Durch leblose oder krankhafte Pflanzengewebe, in denen sie etwas Sauerstoff antreffen, wachsen die Pilzfäden mit Leichtigkeit durch; die gesunden und lebenskräftigen Pflanzentheile dagegen, auch wenn dieselben Sauerstoff enthalten, bieten ihnen einen unüberwindlichen Widerstand dar.

Einen viel grösseren Widerstand finden die Schimmelfäden in den Geweben des thierischen und menschlichen Körpers, auch wenn diese krankhaft affizirt sind, weil die Lebensvorgänge viel lebhafter von statten gehen als in der Pflanze und weil der freie Sauerstoff mangelt; selbst in den Lungencapillaren, welche gerade dazu bestimmt sind, Sauerstoff aus der Luft aufzunehmen, wird derselbe von den Blutkörperchen als den stärkeren ausschliesslich in Beschlag genommen. Die mit der eingeathmeten Luft bis in die Lungenalveolen gelangenden Pilzsporen können hier bloss kurze Keimschläuche treiben und müssen dann zu Grunde gehen, weil für das weitere Wachsthum die Nährstoffe fehlen.

2) Man könnte mir den Einwand machen, dass die Spaltpilze dann auch viel

Ueber die zuletzt gemachte Annahme (dass die Spaltpilze ebenso leicht die Membran der Capillargefässe resorbiren, als die Schimmelpilze das Holz) sind wir freilich im Ungewissen. Die Wandung der Holzzellen widersteht den eindringenden Schimmelfäden nur durch ihre Härte, Dicke und Schwerlöslichkeit, nicht durch die Lebenskräfte, die in ihr sehr träge oder selbst todt sind; und so werden die Schimmelfäden trotz ihrer langsamen Functionen leicht Meister. Die Membran der Blutcapillaren dagegen setzt den Spaltpilzen keinen andern Widerstand entgegen, als denjenigen, welchen die in der zarten Membran herrschenden Lebenskräfte zu leisten vermögen. Wie gross dieser Widerstand sei und wie die Concurrenz zwischen den genannten Lebenskräften und den Spaltpilzen sich gestalte, die ebenfalls mit viel energischerer Function in den Kampf treten als die Schimmelpilze, lässt sich nicht zum voraus bemessen. Es ist aber sicher, dass dem wuchtigen, auf einen Punkt gerichteten Angriffe eines Spaltpilzes, der ja unter allen lebenden Wesen die grösste Energie in der Masseneinheit concentrirt, gewiss viele, vielleicht die meisten Capillargefässe nicht zu widerstehen vermögen.

Wenn die Spaltpilze durch die Wandung der Blutcapillaren in den Lungenalveolen eindringen, so befinden sie sich nach kurzem Wege in dem Blute, wo sie alle Bedingungen zur Existenz antreffen; auf dem Wege selbst finden sie ausser den nothwendigen anorganischen und organischen Nährstoffen auch im Ueberflusse Sauerstoff, welcher mit

leichter in das Holz eindringen müssten als die Schimmelfäden, wovon man doch nichts wisse. In der That haben nach obigen Angaben die ersteren beim Angriff auf Holzzellen einen mehr als 100000 mal grösseren Vortheil. Aber dieser Vorzug ist von allzu kurzer Dauer, um eine Wirkung zu erreichen. Die Spaltpilze sind zwar ungemein energisch, aber in einer Beziehung ebenso unbeständig. Sie können sich nämlich nach zwei entgegengesetzten Richtungen bewegen und sie wechseln fast beständig die Bewegungsrichtung; namentlich geschieht letzteres regelmässig, wenn sie an ein Hinderniss anstossen.

Ein solches Hinderniss ist jedenfalls die harte Wandung der Holzzellen. Der bewegliche Spaltpilz wechselt hier wiederholt die Richtung seiner fortschreitenden Bewegung, geht bald vor- und bald rückwärts, stösst immer an andere Punkte an und richtet daher gar nichts aus. Ganz anders verläuft der Angriff auf die Membran eines Lungenbläschens; dieselbe kann leicht durchbrochen werden in der kurzen Zeit, während welcher der Spaltpilz seine Richtung beibehält. Uebrigens ist es sehr wahrscheinlich, dass die Spaltpilze auch während längerer Zeit in der nämlichen Bewegungsrichtung verharren, wenn sie in dieser Bewegung die Befriedigung eines Bedürfnisses finden.

ihnen eindringt. An allen übrigen Stellen der Luftwege, des Speisekanals und anderer Körperhöhlungen, die nach aussen communiziren, sind die Bedingungen für das Eindringen der Spaltpilze durch die Wandungen, bis sie in die Blutcapillaren gelangen, viel ungünstiger, indem sie einen beträchtlich längeren Weg, auf dem sie keinen freien Sauerstoff antreffen, zurücklegen müssten. Ausserdem befinden sich die Spaltpilze im Magen, wo sie zuerst nach ihrem Eintritt in den Speisekanal einige Zeit verweilen, in einer sauren Flüssigkeit, in welcher sie fast alle Lebensenergie und namentlich auch die Bewegungsfähigkeit verlieren; sie vermögen sich auf dem kurzen Wege durch den Zwölffingerdarm nicht zu erholen, bis sie durch die dem Darminhalte beigemengte Galle von neuem in Unthätigkeit versetzt werden.

Es ist mir daher aus pilzphysiologischen Gründen sehr wahrscheinlich, dass die Lungenalveolen die einzigen Stellen des menschlichen Körpers sind, wo die Infectionsstoffe aufgenommen werden. Die diphtheritische Infection ist kein Argument gegen meinen Ausspruch. Denn wenn auch die Vermuthung, die ich sogleich äussern werde, ungegründet ist und wenn der diphtheritische Ansteckungsstoff wirklich die unverletzte Schleimhaut angreift, so ist das ein anderer Fall, weil die Infectionspilze hier nicht durch die Schleimhaut durchdringen, sondern sich äusserlich an dieselbe anlegen und in derselben krankhafte Veränderungen hervorbringen.

Ein anderer Weg, auf welchem die Infectionsstoffe in den Körper eintreten, sind zufällige Verwundungen. Dass auf diesem Wege die Ansteckung sehr wirksam ist, ergiebt sich schon aus der Analogie mit den Impfungen. Denn in beiden Fällen kommt der Ansteckungsstoff direct in die Lymphe oder das Blut. Wir müssen also annehmen, dass die Contagien, die ja auch geimpft werden können, auf natürlichem Wege am leichtesten durch die Wunden Eingang finden. Die miasmatischen Krankheiten sind nicht impfbar und die miasmatisch-contagiösen sind es nur in einer bestimmten Beschränkung. (S. 102.) Daraus folgt aber nicht, dass die Miasmen nicht auch durch Wunden aufgenommen werden könnten; und die septische Infection, welche durch Wunden erfolgt, beweist uns die Möglichkeit.

Wenn auch Verwundungen als eine exceptionelle Erscheinung zu betrachten sind, so dürften sie doch vielleicht häufiger die Aufnahme der Infectionsstoffe vermitteln, als man wohl anzunehmen geneigt ist. Es ist sehr wahrscheinlich gemacht worden, dass die syphilitische

Ansteckung bloss durch kleine Wunden statthat. — Unzweifelhaft wird beim Milzbrand eine Art der Ansteckung durch Fliegen und Bremsen bewirkt, welche das Gift von kranken Thieren und Cadavern bringen und durch Stiche den gesunden Thieren gleichsam einimpfen. Ebenso erfolgt ganz unzweifelhaft die Ansteckung durch die Nahrung (constatirt durch die Fütterung mit Abfällen, die beim Schlachten milzkranker Thiere gewonnen werden); und es ist nicht unwahrscheinlich, dass kleine Verwundungen, die namentlich durch den Genuss von rauhem Futter in der Mundhöhle häufig entstehen müssen, den Eintritt des Giftes vermitteln, wie ja auch Rauhfutter als eine Ursache der Ansteckung bezeichnet wird.

Auch beim Menschen werden gewiss nicht selten durch das Kauen und Verschlingen von harten Speisen (Brod etc.) kleine Verletzungen verursacht, welche vielleicht besonders bei der diphtheritischen Infection eine Rolle spielen. Aber nicht nur auf mechanischem Wege sondern auch durch partielle Erkrankung können die Schleimhäute verletzt und dadurch für Infectionsstoffe zugänglich werden. Es kommt ja häufig vor, dass sich kleine Pusteln auf der Mund- und Rachenschleimhaut bilden, oder dass die letztere durch katarrhalische und entzündliche Affection verändert ist; es ist nicht selten, dass bei Sectionen das runde Magengeschwür gefunden wird, und auch im Darm können Geschwüre und Abschuppungen der Schleimhaut vorkommen.

In dieser Weise ist eine Infection im Speisekanal leicht begreiflich. Ich glaube aber, dass man zu weit geht, wenn man die Infection überhaupt vorzugsweise mit dem Genusse von Speisen und Getränken in Zusammenhang bringt. Es giebt eine Thatsache, welche deutlich zeigt, dass die Aufnahme der Ansteckungsstoffe vom Speisekanal aus keine gewöhnliche, unter normalen Verhältnissen regelmässig eintretende Erscheinung ist.

Wir bringen in gewissen Fällen grosse Mengen von Fäulnisspilzen und Fäulnissproducten in den Speisekanal, und diess geschieht nicht etwa nur einmal, sondern wiederholt sich täglich während längerer Zeit; ich verweise hierüber auf die ausführlichere Darlegung bei den hygienischen Eigenschaften des Wassers. Ueberdem kommen im Darmkanal immer ziemliche Mengen von Spaltpilzen vor.

Wenn nun die Spaltpilze durch die unverletzte Schleimhaut eindringen könnten, so müsste unter den eben angegebenen Umständen nach und nach eine grössere Anzahl derselben ins Blut gelangen und in dem-

selben septische Infection verursachen, wie diess beim Einspritzen der Pilze der Fall ist. Da aber auch auf den dauernden Genuss von ganz kolossalen Mengen keine nachtheiligen Wirkungen erfolgen, so müssen wir daraus den Schluss ziehen, dass die Spaltpilze nicht durch die gesunde und normale Schleimhaut, sondern nur durch die zufällig vorhandenen Verletzungen derselben sich Eingang zu verschaffen vermögen. Ist diess der Fall, so können sie nur in geringer Zahl ins Blut kommen, und wir begreifen, dass ihr Genuss keine krankhaften Erscheinungen verursacht.

Wenn es sich um den Eintritt der Ansteckungsstoffe in den Körper handelt, so müssen wir auch die relative Menge derselben, welche bei den verschiedenen Krankheitsgruppen zur Infection erforderlich ist und welche durch die verschiedenen Wege hineingelangen kann, berücksichtigen. Ich habe schon im vorhergehenden Kapitel darauf hingewiesen, dass sie in ungleichem Grade zur Concurrenz mit den Lebenskräften des Körpers befähigt sind, und dass es ungleicher Mengen bedarf, um eine erhebliche Erkrankung zu bewirken.

In grösster Zahl müssen die Fäulnisspilze eintreten, um septische Infection zu bewirken. Die letztere kann daher nicht auf den Wegen, auf denen die miasmatische und die contagiöse gewöhnlich erfolgen, nämlich durch die Lungen und durch kleine Wunden, sondern nur durch grössere Wunden oder durch Einspritzen geschehen.

Rücksichtlich der Menge von Miasmenpilzen, deren es zu einer wirksamen Infection bedarf, so ist dieselbe viel geringer als bei den Fäulnisspilzen. Die ersteren stammen aus dem Boden, sie kommen in feinster Staubform mit der Luft in unsern Körper; sie können also von den Lungen und allenfalls von kleinen Wunden des Speisekanals aufgenommen werden, und zwar von den ersteren jedenfalls in viel grösserer Menge als von den letzteren. Doch ist aller Wahrscheinlichkeit nach auch durch die Lungen nur ein beschränkter Eintritt möglich. Obgleich die Miasmenpilze ziemlich reichlich in der Luft, die wir athmen, enthalten sind, so wird doch ein Theil derselben wieder ausgeathmet, und weitaus der grösste Theil, der den Körper vorerst nicht mehr verlässt, bleibt an den benetzten Wandungen der Mund- und Rachenhöhle, des Kehlkopfes, der Luftröhre und der Bronchialäste hängen, um sich nicht wieder loszumachen, sondern um gelegentlich mit dem übrigen Staub und Schleim ausgeworfen zu werden. Selbst von der verhältnissmässig geringen Zahl, welche die Lungenalveolen erreicht,

dringen vielleicht nicht viel mehr als diejenigen ein, welche unmittelbar den Blutcapillaren aufliegen. Wenn nun auch die Infection während einiger Zeit ununterbrochen fortdauert, so müssen doch im Ganzen viel weniger Spaltpilze ins Blut kommen als bei einer septischen Wunde, wo die Aufnahme ebenfalls einige Zeit dauert, wo aber hundert und tausendmal mehr Pilze zum Eintritt bereit sind.

Dagegen kann die Zahl der Pilze, welche durch die kleinen Verletzungen der Schleimhäute eindringt, nur sehr gering sein gegenüber derjenigen, welche durch die Lungen aufgenommen werden. Da nämlich diese Verletzungen vorzüglich im Speisekanal sich befinden, durch welchen kein eigentlicher Luftstrom führt, so hat der Fall, dass ein Spaltpilz gerade eine solche verletzte Stelle antreffe, keine grosse Wahrscheinlichkeit. Wenn daher, wie ich vermuthe, die Miasmenpilze immerhin in ziemlich beträchtlicher Menge in den Körper eingetreten sein müssen, um wirksame Infection zu verursachen, so dürfte diese Infection auf den Weg durch die Lunge beschränkt sein, insofern sie nicht etwa durch eine grössere Wunde Eingang finden, was wohl ein seltener Fall sein wird.

Was endlich die Contagienpilze betrifft, so vermögen dieselben ohne allen Zweifel schon in der allergeringsten Zahl Ansteckung zu bewirken. Diese winzige Menge von Infectionsstoff kann auch durch die engsten Wege, wenn sie zufällig einen derselben betritt, nämlich durch die kleinen Verletzungen der Schleimhäute aufgenommen werden; allein sie wird ebensowohl auf den breiteren Wegen, wenn sie zu denselben gelangt, nämlich durch die Lunge und grössere Verwundungen eindringen.

Wenn meine soeben ausgesprochenen Vermuthungen richtig sind, so würde die septische Infection nur durch Einspritzen grösserer Mengen und durch grössere Wunden, nicht aber durch die Lunge und durch kleine Verletzungen, — die miasmatische Infection durch die Lunge und allenfalls durch grössere Wunden, nicht aber durch kleine Verletzungen, — die contagiöse Infection durch grössere Wunden, durch die Lunge und, was ihr allein möglich ist, durch die kleinen Verletzungen namentlich der Schleimhäute wirken.

Sind die Infectionsstoffe, sei es von aussen, sei es von einer Körperhöhle aus, in die Substanz eingedrungen, so finden sie in einigen

seltenen Fällen unmittelbar an der Stelle des Eintrittes die günstigen Bedingungen für ihre Existenz und für ihre Wirksamkeit (so z. B. bei der diphtheritischen Ansteckung). Ist diess nicht der Fall, so gehen sie entweder an der Eintrittsstelle zu Grunde, oder sie wandern im Körper weiter, um anderswo zu Grunde zu gehen, insofern sie nicht auf ihrer Wanderung eine Stelle treffen, wo sie die Concurrenz mit den Lebenskräften des Körpers siegreich zu bestehen vermögen.

Der günstige Nährboden wird für die verschiedenen Infectionsstoffe nach Ausdehnung und Qualität sehr verschieden sein; die einen werden überall im Körper, andere nur in bestimmten Flüssigkeiten oder Organen sich entwickeln. Die Wanderung wird im Allgemeinen innerhalb der Blutgefässe geschehen, indem die Infectionsstoffe von dem Blute fortgeführt werden. Daraus folgt sogleich, dass die Infection in der Regel in den Capillaren geschehen muss. In den grösseren Gefässen, wo die Strömung rascher ist, können sich die Pilze nicht leicht festsetzen, und wenn sie es auch vermöchten, so würde die derbe Gefässwandung kein günstiges Object für ihre Angriffe sein.

In den Capillaren dagegen, wo die Strömung sehr langsam ist, gelingt es ihnen leicht, sich an die Wandung anzulegen und dem schwachen Strom zu widerstehen. Sie vermehren sich, bilden partielle Ueberzüge, durchbrechen auch die Wandungen und verbreiten sich in dem umgebenden Gewebe. Die krankhafte Veränderung beginnt also höchst wahrscheinlich bald in dem Capillargefässnetz überhaupt, bald in demjenigen bestimmter Organe. — Ich habe früher schon darauf hingewiesen, dass dieser Sitz der Infection mit ein Grund dafür sein möchte, warum man bis jetzt bei den allerwenigsten Krankheiten die Infectionspilze kennt.

Wenn ich sagte, dass die Spaltpilze sich nicht in den grösseren Gefässen festsetzen können, so hat dieser Ausspruch nichts mit der unrichtigen Behauptung gemein, dass dieselben nur in einer ruhigen, nicht in einer bewegten Flüssigkeit wachsen und sich vermehren. Auch die heftigste Bewegung des Wassers ist für Algen und Pilze kein Hinderniss ihrer Entwickelung, wie uns die Vegetation an und unter Wasserfällen beweist. Bei Versuchen zeigt sich im Gegentheil, dass die künstlich hervorgebrachte Bewegung der Flüssigkeit günstig wirkt, und es war diess auch zum voraus zu erwarten, da durch dieselbe eine fortwährende Mischung der gelösten Stoffe stattfindet. Ein Spalt-

pilz, der in der strömenden Blutmasse dahin schwimmt, wird durch die Bewegung derselben eben so wenig gestört, als wir durch den Umstand, dass wir mit der Erde im Weltenraum herumfliegen, in irgend welchen Functionen beeinträchtigt werden. Wenn die Spaltpilze im Blut auch gar nie zur Ruhe kommen, so vermehren sie sich unter günstigen Umständen eben so rasch und noch rascher, als wenn sie sich in vollkommenster Ruhe befänden.

Die Thatsache, dass Spaltpilze nur selten in grösserer Menge im Blute gefunden werden, beweist uns daher nur, dass sie gewöhnlich nicht durch das Capillarnetz hindurch gehen, sondern darin zurückbleiben. Nur wenn sie mit den Blutkörperchen die Capillaren passiren, können sie in beträchtlicher Zahl durch die Blutmasse vertheilt sein. Es ist aber auch möglich, dass nur im Capillargefässnetz oder nur in bestimmten Theilen desselben die chemische Beschaffenheit den Spaltpilzen günstig ist, während dieselben in dem ganzen übrigen Gefässsystem weniger concurrenzfähig sind.

Nachdem die Infectionsstoffe im Körper sich während der Krankheit vermehrt haben, müssen sie bei contagiösen oder miasmatisch-contagiösen Fällen denselben wieder verlassen, um andere Personen anstecken zu können. Während der Eintritt derselben, bei dem es sich um unmerklich kleine Mengen handelt, der Erforschung grosse Schwierigkeiten darbietet, liegt der Austritt, welcher in grossen Mengen erfolgt, viel offenkundiger da.

Man könnte sich zunächst die Frage stellen, ob die Spaltpilze nicht auch auf den gleichen Wegen, auf denen sie in den Körper hineingelangen, wieder herauskommen, also durch die Lungen und durch kleine Wunden der Schleimhäute. Dass an diesen Stellen einzelne aus der Körpersubstanz heraustreten, ist an sich nicht unmöglich, wenn auch nicht sehr wahrscheinlich, da sie sich aus einem Medium mit günstigen Ernährungsbedingungen in ein viel ungünstigeres begeben müssten. Aber auch abgesehen hievon, muss dieser Austritt ganz ausser Acht gelassen werden; denn es würden bloss winzige Mengen aus dem Gewebe in die nach aussen communizirendeu Körperhöhlungen gelangen, und zudem würde man meistens nicht begreifen, wie sie von hier weiter, namentlich wie sie in die Atmosphäre sich verbreiten könnten. Dass Infectionsstoffe, wie man häufig annimmt, mit der Exspirationsluft den kranken Körper verlassen, wäre nur

dann möglich, wenn dieselbe kleine Flüssigkeitströpfchen mit sich führte, was aber nicht wohl denkbar ist, insofern nicht durch heftige Erschütterung ein Fortspritzen erfolgt. (Vergl. S. 112.)

In grösserer Menge können die Infectionsstoffe nur mit den verschiedenen Auswurfs- und Abschuppungsstoffen, wie sie immer in Folge der Krankheiten auftreten, den Körper verlassen. Bei jedem Krankheitsprocess kommen lokale Entzündungen vor, wobei Exsudate aus den Capillaren durch Excoriationen der äusseren Haut und der Schleimhäute ihren Ausgang finden. Die Ansteckungsstoffe können also in Hautabschuppungen, Eiter, Schleim, Erbrochenem, Ausleerungen des Darms und der Nieren enthalten sein.

Man nimmt auch an, dass die Infection von den Leichen ausgehen könne. Diess ist jedoch nur in äusserst beschränkter Weise möglich. Die Ansteckungsstoffe befinden sich gewiss in den Leichen und zwar in Menge; aber wenn sie nicht, wie dies bei Sectionen wohl geschieht, durch Impfung in Wunden kommen, so könnten sie nur durch Ergiessungen oder Fäulniss frei werden, und sie müssten dann noch vorher eintrocknen, um in die Luft zu gelangen. Darüber würde in den meisten Fällen so viel Zeit vergehen, dass die Infectionspilze ihre wirksamen Eigenschaften verloren hätten.

Ich bin bei der vorstehenden Besprechung über die Verbreitung der Infectionsstoffe von der früher wahrscheinlich gemachten Annahme ausgegangen, dieselben seien Organismen und zwar Spaltpilze und nicht etwa chemische Verbindungen oder Gemenge von solchen. Es ist unnöthig, ins Einzelne zu erörtern, wie sich die Verbreitung gestalten würde, wenn das letztere der Fall wäre. Es genügt im Allgemeinen zu zeigen, dass die Verbreitungsweise ebenfalls eine Stütze für die Annahme von organisirten Ansteckungskeimen ist.

Was die Hypothese von flüchtigen Infectionsstoffen betrifft, so habe ich deren Unhaltbarkeit auch mit Rücksicht auf die Verbreitung bereits dargethan. (S. 54.) — Die Infectionsstoffe könnten ferner in Wasser löslich sein, oder unlöslich in Wasser aber löslich in den Flüssigkeiten des Körpers; eine andere Möglichkeit giebt es nicht, denn Stoffe, die auch in den letzteren sich nicht auflösten, könnten keine schädliche Wirkung ausüben. Chemische Verbindungen, die in Wasser sich auflösen, sind nicht geeignet von demselben zur Ansteckung verbreitet zu werden, denn bei der geringen Menge, in der sie hineingelangen,

vertheilen sie sich darin bis zur Unwirksamkeit. Dagegen dient das Wasser zum Transport von unlöslichen Verbindungen, und diese gelangen in den Speisekanal. Sind sie auch hier unlöslich, so werden sie mit den Excrementen ausgeworfen, weil ein Eindringen derselben in die Körpersubstanz noch weniger wahrscheinlich ist, als das Eindringen der Spaltpilze. Werden sie aber im Magen oder im Darmkanal gelöst, so bilden sie wegen ihrer geringen Menge eine sehr verdünnte Lösung, von welcher nur ein Theil ins Blut aufgenommen wird und hier eine noch viel verdünntere und desswegen unwirksame Lösung bildet.

Auf trocknem Wege können sowohl die in Wasser löslichen als die unlöslichen Verbindungen verbreitet werden. Sie gelangen dann als trockene Stäubchen in die Luftwege oder in den Speisekanal. Diese Stäubchen sind Partikeln der eingetrockneten Auswurfsstoffe, in denen der wirksame Infectionsstoff die geringste Menge bildet, indess die Hauptmasse aus Stoffen besteht, die für die Ansteckung gleichgültig sind. Im Speisekanal können solche Stäubchen, sie mögen hier löslich oder unlöslich sein, aus den vorhin angegebenen Gründen keinen Schaden bringen. Von den Luftwegen aus vermögen die unlöslichen Stäubchen nicht einzudringen; es ist bloss denkbar, dass die löslichen Verbindungen durch die Schleimhäute oder unmittelbar durch die Capillargefässe der Lungenalveolen in das Blut gelangen; aber die minimalen Mengen der Infectionsstoffe, als Lösung durch die Blutmasse vertheilt, könnten abermals eine bemerkbare Wirkung nicht ausüben.

Es giebt also, wenn wir die Verbreitung und die damit nothwendig verbundene Vertheilung berücksichtigen, keine Möglichkeit dafür, dass die Infectionsstoffe chemische Verbindungen oder Gemenge von solchen seien. Wir werden schon allein von diesem Gesichtspunkte aus zu der Annahme geführt, dass die Infectionsstoffe vermehrungsfähige Organismen sein müssen. (Vergl. S. 58.)

Diese Organismen können aber, wie ich als möglich und als wahrscheinlich erachte, durch einen unorganisirten Krankheitsstoff bei der Infection unterstützt werden, welcher entweder mit den Spaltpilzen zugleich, oder auch allein sich verbreitet und eintritt. (Vergl. S. 64.) Die minimale Menge desselben ist in diesem Falle nicht unwirksam, weil sie nicht die Lebenskräfte des Organismus zu überwinden, sondern nur die ohnehin schon so bedeutende Lebensenergie der winzigen Spaltpilze bei der Concurrenz mit jenen zu unterstützen hat.

VI.

Hygienische Eigenschaften des Wassers.

Dem Wasser ist in neuerer Zeit eine grosse Aufmerksamkeit zugewendet, es ist Gegenstand der schlimmsten Befürchtungen geworden. Unter den zwei Medien, welche die Keime der ansteckenden Krankheiten verbreiten können, Luft und Wasser, hat man das letztere als das greifbarere vorzüglich ins Auge gefasst. Das Wasser soll uns die gefährlichsten Krankheiten bringen; es gilt in der überwiegenden Ansicht des gebildeten Publikums als der grosse Uebelthäter, dem alles Böse aufgebürdet wird und gegen den es Pflicht ist, sich mit allen Mitteln zu schützen. Wenn man keine andere Ursache eines Uebels kennt, so muss das Wasser schuld sein, und man kann um so geheimnissvollere Kräfte in dasselbe bannen, je indifferenter und unschuldiger es ist.

Wir kommen mit dem Wasser in vielfache Berührung; wir benutzen es als Getränk, zum Waschen und Baden unseres Körpers und ferner in verschiedener Weise als Nutzwasser, zur Reinigung der Wäsche, der Wohnräume u. s. w. Für hygienische Zwecke genügt es, das Trinkwasser zu berücksichtigen. Die Wahrscheinlichkeit, dass das Nutzwasser unserer Gesundheit gefährlich werden könnte, dass etwa nach dem Austrocknen der mit kaltem Wasser gewaschenen Gegenstände die schädlichen Stoffe als Staub in die Luft und mit derselben in unseren Körper kommen, ist in der That ungemein gering und könnte nur in ganz ausserordentlichen Ausnahmsfällen Gegenstand der ernstlichen Aufmerksamkeit werden.

Wenn das Wasser schädliche Eigenschaften besitzt, so müssen die Ursachen in den Verunreinigungen liegen; es gilt demgemäss auch nur das unreine Wasser für verdächtig. Wir müssen uns daher zunächst die Frage stellen, welche Verunreinigungen das Wasser enthalte.

Wenn wir alle möglichen Vorkommnisse berücksichtigen, so haben wir 4 Klassen von Stoffen zu unterscheiden:

1) unorganische und organische, lösliche und unlösliche Stoffe, die unschädlich sind,
2) Stoffe, die als Gifte auf den Organismus wirken,
3) niedere Pilze und deren Zersetzungsproducte (die Fäulniss eingeschlossen) nebst andern kleinen Organismen,
4) eigentliche Infectionsstoffe (miasmatische und contagiöse).

Etwas anderes giebt es überhaupt nicht, und jedes unreine Wasser kann nur Substanzen dieser 4 Klassen enthalten. Die Schädlichkeit oder Unschädlichkeit des Wassers lässt sich bloss feststellen, wenn wir wissen, welche der genannten Stoffe es enthält, und wenn wir uns ferner klar machen, welche Wirkungen dieselben im Organismus ausüben.

Die erste Klasse umfasst die unzweifelhaft unschädlichen Substanzen; dieselben machen in klaren und trüben Wassern weitaus die grösste Menge der Verunreinigungen aus. In dem klarsten Quellwasser sind unorganische Verbindungen, besonders Mineralsalze in den mannigfaltigsten Combinationen und in verschiedener, oft beträchtlicher Menge gelöst. Diese Salze aber bedingen vielmehr einen Vorzug des Quellwassers bezüglich seiner Schmackhaftigkeit und verschaffen ihm den Ruf des richtigen Trinkwassers, sodass man selbst Aussprüche wie etwa folgenden liest, ein bestimmtes Quellwasser werde zeitweise durch Regenwasser verunreinigt, wobei zu bemerken ist, dass das letztere jene Mineralsalze nicht enthält und überhaupt das reinste Wasser ist, das wir nach dem destillirten Wasser der chemischen Laboratorien kennen.

Solange die unschädlichen Stoffe im Wasser gelöst sind und dasselbe klar und ungefärbt lassen, werden sie nicht beachtet. Sind sie aber unlöslich, so verursachen sie als Lehm- und Schlammtheilchen Trübung, oder man sieht winzige Flocken herumschwimmen, welche meistens Splitter von Pflanzengeweben sind. Diese an sich ganz unschädlichen Stoffe erregen Ekel und wir weisen daher, wenn uns nicht die Noth zwingt, ein trübes Wasser zurück, obgleich es in unserem Körper genau dieselbe Wirkung hat wie ein ganz klares.

Die zweite Klasse von Verunreinigungen wird durch die eigentlichen Gifte gebildet, wie z. B. Arsenik-, Blei- und Kupferverbindungen. Solche vergiftete Wasser können, wenn sie nicht zufällig durch andere (unschädliche) Stoffe getrübt werden, ganz klar sein. Es versteht sich,

dass die giftigen Stoffe nur nach Massgabe ihrer Menge schädlich wirken, und dass auch die giftigsten Verbindungen in hinreichend grossen Verdünnungen keine nachtheiligen Folgen haben. Es versteht sich ebenfalls, dass solche Wasser nur die spezifischen Wirkungen der Gifte hervorbringen, und dass sie an Infectionskrankheiten unschuldig sind.

Die dritte Klasse umfasst vorzugsweise die niederen Pilze und die Producte ihrer Zersetzungen, mit Einschluss der Fäulnisspilze und Fäulnissstoffe, aber mit Ausschluss der eigentlichen Infectionsstoffe (Miasmen und Contagien). Mit Rücksicht auf die Pilze selbst kann ich mich auf dasjenige beziehen, was ich im Kapitel über die gesundheitsschädlichen Wirkungen der Pilze gesagt habe. Somit sind Schimmelfäden und Schimmelsporen in der geringen Menge, in der sie im Wasser vorkommen, ganz ungefährlich; sie wären selbst in der 10 oder 100fachen Menge noch ohne Nachtheil (vergl. S. 38). Von der Sprosshefe, wenn sie je im Wasser vorkommt, gilt das Nämliche. (S. 39.)

Von niederen Pilzen könnten bloss die Spaltpilze Gefahr bringen, wenn sie von dem Speisekanal aus in sehr grosser Menge ins Blut gelangten. Diess kann von Seite der Pilzphysiologie als unmöglich erklärt werden, weil die Spaltpilze unverletzte Schleimhäute nicht zu durchdringen vermögen, weil sie überdem im Magen durch die Säure und weiterhin im Darm durch die Galle in ihrer Lebensenergie geschwächt werden, und weil allfällige kleine Verletzungen der Schleimhäute ihnen viel zu beschränkte Eintrittsstellen darbieten. Im Speisekanal selbst können sie, besonders in der geringen Zahl, in der sie dem Wasser beigemengt sind, absolut keine bemerkbaren Wirkungen haben (S. 49). — Mit den Zersetzungsproducten (Fäulnissstoffen) verhält es sich ebenso. Sie könnten, wenn sie in hinreichender Menge mit Spaltpilzen ins Blut kämen, septische Infection bewirken. In der geringen Menge, die sie selbst in dem verdorbensten Wasser nicht überschreiten, können sie nicht einmal das leichteste Unbehagen verursachen.

Ausser den niederen Pilzen kommen noch andere theils mikroskopisch kleine, theils winzige, mit blossem Auge kaum sichtbare, lebende Wesen vor, sowohl niedere Thiere als niedere Pflanzen (Algen). Niedere Algen und deren Keime finden sich spurenweise sogar in dem allerreinsten Quellwasser; und ein Wasser, das längere Leitungen durchlaufen hat, enthält dieselben oft in etwas grösserer Zahl.

Man ist nun zwar im Allgemeinen sehr empfindlich mit Rücksicht auf lebende Wesen im Trinkwasser; und es ist gewiss nicht zweifelhaft, dass, wenn die kleinen Thiere dem Auge sichtbar werden, das Wasser dadurch nicht an Appetitlichkeit gewinnt, so wenig als der Wurm in der Kirsche als Annehmlichkeit gilt; denn obgleich man denselben ungesehen zwar dutzendweise verspeist, so wirft man ihn doch sammt der Kirsche weg, sobald man ihn sieht. Eine ganz andere Frage aber ist die Schädlichkeit für die Gesundheit; und in dieser Beziehung kann mit grösster Bestimmtheit versichert werden, dass die Algen, sowie die kleinen Thiere durchaus ohne Bedeutung sind; sie sterben, sowie sie in den Magen kommen.

Die letzte Klasse der verunreinigenden Substanzen besteht aus den eigentlichen Infectionsstoffen. Nur sie können Infectionskrankheiten bewirken, und wenn das Wasser verschiedene solcher Seuchen (Cholera, Typhus etc.) verbreiten soll, so kann es nur durch Infectionsstoffe geschehen, während alle übrigen niederen Organismen und deren Zersetzungsproducte vollkommen unschuldig sind. Unter den Infectionsstoffen müssen wir die Miasmen, die ausserhalb des Körpers und zwar vorzüglich im Boden ihren Ursprung haben und die Contagien, welche aus dem kranken Körper kommen, unterscheiden.

Was die Miasmen betrifft, so bilden sich dieselben im nassen Boden (in Sümpfen, im Grundwasser) und wohl auch an benetzten unreinen Holzwänden (im Kielraum alter Schiffe). Sie entstehen also im Wasser und können auch durch Wasser verbreitet werden, denn sie werden in demselben nicht leicht ihre Natur verändern. Im menschlichen Körper bewirken sie entweder eine miasmatische selbständige Krankheit (Wechselfieber) oder eine miasmatische Vorbereitung für die contagiöse Infection der miasmatisch-contagiösen Krankheiten (Cholera, Typhus). Um die eine oder andere Wirkung hervorzubringen, müssen sie in grösserer Menge ins Blut eintreten; diess ist aber vom Speisekanal aus nicht möglich, wo sie bloss einzelne allfällig vorhandene kleine Verletzungen als Eingangspforten benutzen können. (Vergl. S. 122.) Wenn irgend ein Wasser in dieser Beziehung schädlich sein könnte, so müsste es das Sumpfwasser sein. Aber auch dieses wird nach Allem, was wir jetzt wissen, ohne Nachtheil d. h. ohne Gefahr für miasmatische Infection getrunken.

Was ferner die Contagien betrifft, so habe ich schon bei der Verbreitung darauf aufmerksam gemacht, dass dieselben im Wasser

nur kurze Zeit (nach meiner Ansicht kaum einige Tage lang) unverändert und wirksam bleiben. (Vergl. S. 105.) Dabei ist ferner zu berücksichtigen, dass die Contagien nur in geringer Menge ins Wasser kommen, und dass, wenn es sich etwa um einen Brunnen oder eine Wasserleitung handelt, eine äusserst schwache Wahrscheinlichkeit dafür besteht, dass sich in dem Wasserquantum, das wir trinken, auch nur einige wenige Keime befinden; meistens wird nicht ein einziger darin sein. Aber auch wenn einige Infectionsstoffe mit dem Trinkwasser in den Speisekanal gelangen, so ist die Wahrscheinlichkeit, dass davon einer in das Blut komme, abermals ungeheuer klein; denn es könnte nur dann geschehen, wenn derselbe zufällig eine der kleinen Verletzungen, die vielleicht in den Schleimhäuten vorhanden sind, anträfe. (Vergl. S. 117—121.)

Wir können also die Ansteckung durch das Trinkwasser nicht als absolut unmöglich erklären; aber sie muss so selten vorkommen, dass wir sie als nicht vorhanden betrachten und somit unberücksichtigt lassen dürfen. Es beruht ja Alles, soweit wir nicht die Ursachen beherrschen, auf Wahrscheinlichkeitsrechnung. Wir wissen, dass man auf Eisenbahnen Hals und Bein brechen kann, aber wir wissen auch, dass die Unfälle sehr selten eintreffen, und hegen desswegen kein Bedenken, uns diesem Transportmittel anzuvertrauen. Wenn der Arzt vor einem unreinen Trinkwasser warnt, weil dasselbe eine Infectionskrankheit verursachen möchte, so könnte er mit hundertmal mehr Recht die Enthaltung vom Eisenbahnfahren als Prophylaxis gegen Beinbruch empfehlen. Denn es besteht gewiss eine hundertmal grössere Wahrscheinlichkeit für ein Eisenbahnunglück als für eine Ansteckung durch Trinkwasser.

Ich habe bis jetzt die hygienischen Eigenschaften des Wassers mit Rücksicht auf die Thatsachen, welche uns die Wissenschaft an die Hand giebt, beurtheilt. Daraus geht hervor, dass ein Trinkwasser, welches dem Geschmacke nicht geradezu widersteht, unter gewöhnlichen Umständen nicht als gefährlich zu betrachten ist. Dieser Schluss wird von der Erfahrung durchaus bestätigt.

Unter den unschädlichen Verunreinigungen will ich eine hervorheben. Man hält in Bausch und Bogen so häufig Alles für gefährlich oder wenigstens verdächtig, was ein Wasser trübt oder färbt. Be-

stimmte Vorstellungen über die verunreinigenden Stoffe mangeln durchgängig; es giebt kaum eine andere Substanz, welche direct genannt wird, als die Humussubstanzen. Von medizinischer Seite wurde der Genuss eines solche Substanzen enthaltenden Wassers beanstandet und grosser Werth darauf gelegt, dass dasselbe reich an Kalk- und Magnesiasalzen sei, weil diese Salze die Humussäuren niederschlagen. Dagegen ist zu erwidern, dass die Humussubstanzen jedenfalls ganz harmlos sind. Wir sehen diess aus dem Umstande, dass ganze Bevölkerungen Wasser, das reich daran ist, ohne Nachtheil geniessen und vielleicht noch deutlicher aus einem andern Umstande, der bis jetzt nicht beachtet wurde.

Wenn organische Substanzen der Herrschaft des Lebens entzogen sind, so beginnen in denselben, abgesehen von den durch die niederen Pilze bewirkten Zersetzungen, partielle Oxydationen, welche unter dem Namen der Humifikation bekannt sind. Es bilden sich kohlenstoffreiche, chemisch nicht näher bekannte Substanzen von bräunlicher, zuletzt schwarzer Farbe, indem Wasser, Kohlensäure und Ammoniak frei werden. Leicht zersetzbare Verbindungen werden rasch, festere (wie Holz) langsam humifizirt. Most von weissen Trauben, die farblosen Gewebe der Früchte (Aepfel, Birnen, Beerenobst) werden durch Humifikation bald braun; dieser Process geht viel rascher in der Wärme vor sich. Die gekochten Speisen haben alle die ersten Stadien der Humifikation durchgemacht; sie sind bräunlichgelb bis braun. Bei manchen wird diese Farbe durch andere Farben verdeckt; nur wenige bleiben nach dem Kochen farblos. Daraus ist ersichtlich, dass wir täglich viel grössere Mengen dieser braunen Substanzen aufnehmen, als durch den Genuss des unreinsten Wassers je geschehen kann.

Die Humussubstanzen stellen ganze Reihen verschiedenartiger Verbindungen dar, welche mit den gewöhnlichen Stoffen der Organismen beginnen, immer kohlenstoffreicher werden und zuletzt fast in reine Kohle sich verwandeln. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass, wenn allenfalls gefährliche Verbindungen darunter wären, sie unter den ersten Umwandlungsproducten gesucht werden müssten, und dass mit der Zunahme des Kohlenstoffgehaltes die Gefährlichkeit abnimmt. Nun werden aber viele Speisen durch Kochen gewiss eher mehr als weniger zuträglich, was uns deutlich zeigt, dass die Humussubstanzen im Wasser, welche, abgesehen von ihrer geringeren Menge,

im Allgemeinen zu den kohlenstoffreicheren gehören, als ganz indifferent für die Gesundheit betrachtet werden müssen.

Besonders gefürchtet und verrufen ist das Wasser, das aus einem durch Fäulnissstoffe verunreinigten Boden kommt, oder in welchem selbst Fäulnissprocesse stattgefunden haben, obgleich die Erfahrung uns die beruhigendste Auskunft darüber ertheilt. Wenn eine faulende Substanz schädlich ist, so kann sie es entweder durch die Fäulnisspilze oder durch die Fäulnissproducte oder durch beide sein. Die tägliche Erfahrung zeigt uns nun, dass wir die einen oder die andern oder beide zusammen in grosser Menge und ununterbrochen während längerer Zeit in uns aufnehmen, ohne die allergeringste nachtheilige Wirkung zu verspüren.

Manche Lebensmittel enthalten Spaltpilze, andere Fäulnissstoffe, andere Spaltpilze und Fäulnissstoffe zugleich. Spaltpilze ohne eigentliche Producte der Fäulniss finden sich z. B. in saurer Milch, in manchen getrockneten Feigen, in überreifen Melonen[1]) und Wassermelonen, in zweitägigem Kumis, an gekochtem Fleisch, welches im Sommer nach 24 oder 48 Stunden kalt gegessen wird, an rohem Schinken, an rohem Rauchfleisch, — wobei zu bemerken ist, dass eine einzige Mahlzeit oft mehr Spaltpilze in unseren Magen bringt, als wenn wir vier Wochen lang von dem verdorbensten Trinkwasser geniessen. Saure Milch wird bekanntlich, ungeachtet ihres Reichthums an Spaltpilzen, schwachen Verdauungsorganen verordnet. — Fäulnissproducte ohne Spaltpilze nehmen wir in reichlicher Menge in manchen gekochten Nahrungsmitteln in uns auf, z. B. im Sauerkraut, in Wildpret mit deutlichem Hochgeschmack.

Am häufigsten aber geniessen wir Speisen, welche Spaltpilze und Fäulnissproducte zugleich enthalten. In erster Reihe steht hier der Käse mit seinen verschiedenen Stadien und mannigfaltigen Eigenarten der Fäulnissprocesse; es giebt Bevölkerungen und Schichten der Bevölkerung besonders in mehr südlichen Gegenden, denen der Genuss von sehr weit gefaultem Käse eine gewöhnliche und beliebte Nahrung ist. An den Käse reihen sich kalte gekochte und rohe Fleischspeisen, die, besonders wenn sie geräuchert sind, ein erstes Stadium der Fäulniss leicht ertragen und die sogar von manchem Gaumen, wenn ein

1) Feigen und Melonen gehören, wie bereits angeführt wurde, zu den wenigen Früchten, welche in Folge ihrer geringen Säuremenge durch Spaltpilze in Milchsäuregährung gerathen.

solches erstes oder auch zweites Stadium eingetreten ist, vorgezogen werden[1]).

Aus diesen Thatsachen können wir leicht beurtheilen, was es mit der angeblichen Schädlichkeit der Fäulnisspilze und Fäulnissproducte auf sich hat. Es ist unzweifelhaft, dass von den niedersten bis zu den höchsten Schichten der Gesellschaft sich eine gewisse Vorliebe für bestimmte angefaulte Speisen zeigt, mögen dieselben ein fauler Häring und ein Stinkkäse oder ein Fasan und ein Emmenthaler sein, der, wenn man die Glasglocke lüftet, einen eleganten Gestank verbreitet. Ich glaube daher, dass man nicht zu weit geht, wenn man die ersten Fäulnissstadien mancher Speisen selbst mit zu den Genussmitteln rechnet, zu den Mitteln, welche wie Weingeist und Tabak eine angenehme Stimmung im Nervensystem hervorbringen, wobei die Fäulnissproducte das Schicksal verschiedener Genussmittel theilen, dass sie den einen Individuen einen erwünschten, den andern einen widrigen Eindruck machen.

In dem schlechtesten Trinkwasser sind, im Vergleich mit den genannten Speisen, die Fäulnisspilze und Fäulnissproducte in so geringer Menge vorhanden, dass wir die Furcht vor demselben geradezu als Einbildung bezeichnen können. Eine Flasche von sogenanntem verpestetem Trinkwasser ist nur die homöopathische Dosis einer Mahlzeit von Käse. Wenn die Fäulnissstoffe selbst so reichlich vorhanden wären, dass sie dem Trinkwasser einen ausgesprochenen unangenehmen Geruch und Geschmack ertheilten, was in unseren Gegenden wohl nie vorkommt, so könnten sie nur so weit nachtheilig wirken, wie Alles, was unsere Nerven unangenehm berührt.

Dass der Genuss von Wasser, welches durch Fäulniss verdorben ist, keinen Nachtheil bringt, beweist auch eine langjährige directe Erfahrung. Es giebt Gegenden, wo Quellen, Bäche, Flüsse, Seen und Grundwasser durchaus mangeln, und wo das Regenwasser das ganze Jahr gesammelt und aufbewahrt wird. Es ist diess eine bekannte Thatsache, und ich will nur wenige Beispiele aus eigener Beobachtung anführen.

1) Es können aber neben der Fäulniss noch andere Zersetzungen eintreten und gefährliche Producte (wie das Wurstgift) bilden. Der Umstand, dass unter Millionen von Fäulnissprocessen kaum einer solche giftige Stoffe erzeugt, beweist gerade, dass diese giftige Zersetzung etwas ganz ausnahmsweises und von den Fäulnisspilzen unabhängiges ist.

In den Marschen des Nordens und auf den Halligen in der Nordsee wird das Regenwasser in offene Gruben, die zwischen den Wohn- und Wirthschaftsgebäuden liegen, in quellenlosen Gebirgsgegenden in grosse hölzerne Fässer geleitet, wo es selbstverständlich in Fäulniss geräth. — Die Hochebene des Karstes ist auf viele Stunden ganz wasserlos. In den Dörfern sind grosse flache und unbedeckte Gruben mit Lehm ausgeschlagen, in welche das vom Himmel fallende Wasser zusammenfliesst. In diese Gruben fällt Staub und Schmutz; sie werden nicht gereinigt. Das Wasser steht oft wochenlang, ohne dass neues hinzukommt; es ist trüb und faulicht und widersteht geradezu einem civilisirten Geschmack, selbst wenn es, wie an wenigen bevorzugten Orten des Karstes, mit Zucker und Citronensaft versetzt und durch Eis gekühlt wird. Der Genuss dieses Wassers, dem gegenüber das schlechteste Grundwasser von München eine wahre Ambrosia ist, erweist sich durch die Erfahrung als unschädlich. Die Bevölkerung des Karstes ist gesund; Kretinen, wie sie in Gebirgsgegenden mit dem besten Quellwasser nicht selten sind, mangeln gänzlich; von Infectionskrankeiten weiss man dort nichts. — Ich erinnere noch an die bekannte Thatsache, dass im Nillande das gelbe lehmige Wasser des Flusses als Trinkwasser benutzt wird; es ist voll kleinen Ungeziefers und führt den ganzen Unrath Aegyptens, darunter grosse und kleine Thierleichen, mit sich. Trotz alledem wird es als wohlschmeckend und gesund hochgepriesen und erregt die Sehnsucht derer, die es einmal getrunken haben.

In Sachen des Wassers giebt es ausser den Menschen noch andere competente Richter, es sind die Fische. Diese zeigen sich in gewissen Beziehungen ziemlich empfindlich und im Allgemeinen meint man, dass sie ein reines Wasser nicht entbehren können. Desshalb hegt man von der Verunreinigung der Flüsse durch Auswurfsstoffe Befürchtungen für die Fischzucht. Nun ist es aber Thatsache, dass gerade die reinsten Wasser die wenigsten Fische besitzen, dass diese dagegen in sumpfigem, selbst schlammigem (nicht allzu trübem) Wasser, wo Massen von vegetabilischen Stoffen in Fäulniss übergehen, am besten gedeihen und am lebhaftesten sich vermehren.

Virchow berichtet, dass an der Unterbaumsbrücke in Berlin, wo der — sämmtliche Auswurfsstoffe des grossen Charité-Krankenhauses führende — Graben in die Spree mündet, unmittelbar an dem Rande der schwarzen und zur Sommerzeit brodelnden Massen zahllose grössere und kleinere Fische munter umherschwimmen und von den

Auswurfsstoffen zehren. Diese Thatsache gewinnt erst ihre volle Bedeutung, wenn man das braungelbe Wasser der Spree kennt, in welchem der Badende sich zu beschmutzen fürchtet, und wenn man aus dem angeführten Berichte erfährt, dass dieses Wasser, das nach der landläufigen Meinung als giftig für Menschen und Fische gehalten werden sollte, den letzteren immer noch nicht schmutzig genug zu sein scheint, da sie mit Vorliebe ein noch schmutzigeres aufsuchen. — Uebrigens kann durch übergrosse Mengen von Auswurfsstoffen das Wasser für Fische unbrauchbar werden, indem der im Wasser absorbirte Sauerstoff für die Oxydation der organischen Stoffe verwendet und den Fischen somit das Gas zum Athmen entzogen wird.

Wir haben noch zu untersuchen, wie sich die Erfahrung zu der Annahme verhalte, dass Infectionskrankheiten durch das Wasser verbreitet werden. Die bisher angeführten Thatsachen bestätigen uns nur, was zum voraus schon sicher war, dass aus faulendem Wasser keine Infectionskeime kommen. Es wäre aber möglich, dass Contagien, die zufällig ins Wasser gelangen, durch dasselbe dem Organismus mitgetheilt und gefährlich werden könnten. Es ist diess, wie wir gesehen haben, eine Annahme, welche durch die Theorie zwar nicht absolut unzulässig, aber doch fast zur Unmöglichkeit unwahrscheinlich gemacht wird. Was die Erfahrungen der Aerzte betrifft, so widersprechen sich dieselben vollständig, oder vielmehr es widersprechen sich die Deutungen, welche man in mehr oder weniger unkritischer Weise den Erfahrungen giebt. Ich will nicht in Einzelheiten eintreten und berufe mich in diesem Punkte auf die Autorität Pettenkofer's dessen vorurtheilslose Kritik sich so vortheilhaft auszeichnet. Derselbe wies wiederholt in verschiedenen Fällen nach, dass die wichtigsten Thatsachen, die man für die Verbreitung von Typhus und Cholera durch Trinkwasser anführte, entweder gar nichts oder eher das Gegentheil beweisen; und ebenso zeigte er an andern Beispielen, dass die Infection gerade da ausblieb, wo sie mit Nothwendigkeit hätte eintreten müssen, wenn der Infectionsstoff durch Wasser verbreitbar wäre.

Ich führe nur einen Fall an, der von Dr. Douglas Cunningham 1869 in Radschmahal in Bengalen beobachtet wurde. In Kassim Bazar (das an einem Seitenarme des Ganges liegt) herrschte eine sehr heftige Cholera-Epidemie. Der Stadttheil Naja Bazar, etwa eine englische Meile flussabwärts liegend, blieb von der Seuche verschont, obgleich die Bewohner nur das Wasser aus dem Flusse zu trinken hatten, der von

Kassim Bazar kam und damals äusserst wenig Wasser führte; in diesem Flüsschen aber badeten die Bewohner der Cholerastadt, reinigten ihre Wäsche und bestatteten nach indischem Ritus die Choleraleichen.

Es erhellt aus den vorstehenden Erörterungen, dass die wissenschaftlichen Ergebnisse und die praktischen Erfahrungen genau übereinstimmen. Alles vereinigt sich zu dem Schluss, dass jedes Trinkwasser, welches nicht von dem Geschmacksorgan entschieden zurückgewiesen wird, ganz unbedenklich auf die Dauer genossen werden kann. Wenn dem unreinen Wasser alles Mögliche zur Last gelegt wird, so beweist diess nur, wie mächtig das Vorurtheil in naturwissenschaftlichen Dingen noch ist, wie wenig man gerade das Entscheidende, die Mengenverhältnisse, würdigt, wie inconsequent man zu urtheilen und zu handeln sich angewöhnt hat. Man fängt den Beweis für die Nothwendigkeit, dass Quellwasser und nicht etwa Flusswasser getrunken werden soll, damit an, dass schon Hippokrates und Plinius vielleicht eben dieser Ansicht gewesen seien; aber man scheint nichts davon zu wissen, dass gegenwärtig ganze Bevölkerungen, die weder Cholera noch Typhus kennen, ein viel schlechteres Wasser als Flusswasser trinken. Man verbietet ein Glas Wasser, das nicht einmal einen schlechten Geschmack zeigt, in dem aber einige Flocken herumschwimmen, und erlaubt den Genuss von Käse, welcher bekanntlich zum Ansetzen von verschiedenen Gährungs- und Fäulnissprocessen benutzt wird. Anstatt die Frage in gründlicher und naturwissenschaftlicher Weise zu behandeln, anstatt zu untersuchen, welche Stoffe wirklich im Wasser vorhanden seien und in welcher Menge, ob dieselben überhaupt oder in dieser bestimmten Menge schädlich seien, begnügt man sich mit allgemeinen Vermuthungen, die theils naturwissenschaftlich unwahrscheinlich oder unmöglich, theils auch durch die Wissenschaft bereits widerlegt sind, und wenn ein praktischer Fall der eigenen vorgefassten Meinung zuzustimmen scheint, so behandelt man ein halb Duzend andere, die bestimmt widersprechen, mit Geringschätzung.

Wenn aber auch ein unreines Trinkwasser für die Gesundheit den gleichen Werth hat wie ein reines, so ist doch das Bessere der Feind des Guten, und das reine Wasser ist dem unreinen entschieden vorzuziehen, — aber wie nicht übersehen werden darf, nur aus ästhetischen, nicht aus hygienischen Gründen. Ein klares Trinkwasser ist ein rühmlicher und empfehlenswerther Luxus, den sich der Einzelne und ein

ganzes Gemeinwesen gestatten mögen, wenn die Mittel es erlauben, wenn nicht wichtigere Aufgaben für die geistige und leibliche Gesundheitspflege zu erfüllen sind.

Da das Wasser von so vielen und lebhaften Befürchtungen umgeben ist, so wird dasselbe auch vielfach der Untersuchung unterworfen. Diese kann in doppelter Richtung ausgeführt werden, in chemischer und in mikroskopischer. Die chemische Untersuchung giebt nur in einem bestimmten Falle ein wirklich brauchbares Resultat, wenn es sich nämlich darum handelt, ob ein Wasser durch giftige Verbindungen vorzüglich unorganischer Natur z. B. durch Abfälle aus Fabriken verunreinigt sei. Im Uebrigen kann die chemische Analyse ganz genau feststellen, welche unorganischen Verbindungen und in welcher Menge, wie viel organische Substanzen und mit welchem Stickstoffgehalt in einem Wasser enthalten sind. Damit ist aber über Schädlichkeit oder Unschädlichkeit desselben nichts entschieden.

Die mikroskopische Untersuchung ist mit viel mehr Schwierigkeiten verbunden als die chemische. Nur wenn ein Wasser von suspendirten Theilchen ganz trübe ist, wie es beim Trinkwasser nie vorkommt, kann man annähernd die Menge und die Natur derselben bestimmen; man kann Lehm- und Kalktheilchen, Baumwoll- und Leinfasern, Wolle, Pilzfäden, Pilzsporen, grüne Algen, kleine Thiere u. s. w. unterscheiden. Das wären aber alles unschuldige, wenn auch unappetitliche Beimengungen. Gerade diejenigen Wesen, die allenfalls schädlich sein könnten, die Spaltpilze mit den Infectionsstoffen, entziehen sich wegen ihrer Kleinheit unserer Aufmerksamkeit. Wir erkennen sie nur dann sicher, wenn sie entweder in sehr grosser Menge oder aber in mässiger Zahl und zugleich in charakteristischen Formen vorhanden sind; beides ist im Wasser nicht der Fall.

Es ist daher begreiflich, dass man nach einem Mittel suchte, um auf einem Umwege den Gehalt eines Wassers an Organismen oder organischen Keimen zu bestimmen. Da unter den lebenden Wesen, die das Trinkwasser enthalten kann, nur die Spaltpilze möglicher Weise nachtheilig wirken, so müsste durch das Experiment ermittelt werden, welche Formen von Spaltpilzen es enthält und annähernd in welchen Mengen. Dieser Nachweis wird gewiss dereinst möglich werden; für jetzt reichen die wissenschaftlich festgestellten Thatsachen noch nicht

aus, um solche Untersuchungen in Angriff zu nehmen. Es ist daher ganz begreiflich, dass Versuche, die aufs Gerathewohl hin angestellt wurden, kein brauchbares Resultat geben konnten. Ich würde von diesen Versuchen verschiedener Beobachter nicht sprechen, wenn nicht der letzte derselben, welcher das Wasser von mehreren Brunnen Münchens zum Object hatte, in einem amtlichen Bericht und in der Zeitschrift für Biologie erschienen wäre, und wenn nicht das Ansehen, welches dieses Organ mit Recht geniesst, vielleicht die Meinung erwecken könnte, dass die mit einigem Anspruch auftretende Methode Beachtung und Nachahmung verdiene.

Mit dem zu untersuchenden Brunnenwasser wurden Flaschen theilweise gefüllt und vier bis sechs Wochen stehen gelassen. Es bildete sich, wie diess unter solchen Umständen immer der Fall ist, eine mehr oder weniger reichliche Vegetation von grünen mikroskopischen Algen oder auch von niederen Pilzen. Von dieser Vegetation nun soll auf die ursprünglich vorhandenen Keime und auf die Menge der im Wasser enthaltenen organischen assimilirbaren Substanzen zurückgeschlossen werden, welche jenen Keimen gestatteten, sich bedeutend zu vermehren; und solche Untersuchungen sollten weiterhin in der Weise Aufschluss über das Wasser geben, dass man die erhaltenen (verdächtigen) Organismen durch Züchtung weiter vermehrte und zu Fütterungsversuchen oder ähnlichen Experimenten verwendete.

Hiezu bemerke ich rücksichtlich der Methode Folgendes. Jedes, auch das allerbeste und reinste Quellwasser enthält Keime von grünen und farblosen Pflanzen, von Algen und Pilzen. Wenn man das Wasser stehen lässt, so hängt es lediglich von der Behandlung ab, ob sich die einen oder die andern entwickeln. Lässt man die Glasflaschen am Lichte stehen, so verdrängen die grünen Algen vollständig die Pilze. Selbst wenn ein Wasser faulicht und voller Pilze ist, so wird es am Lichte nach einiger Zeit geruchlos und rein, indem nun die Algen sich entwickeln und der durch ihre Vegetation frei werdende Sauerstoff die Fäulnissstoffe oxydirt. Die Algenvegetation giebt aber nicht, wie irrthümlich angenommen wurde, einen Massstab für die organischen Stoffe im Wasser, — denn davon leben die Algen nicht, — sondern für den Vorrath an Kohlensäure und Ammoniak (wenn der luftdichte Verschluss nicht gestattet, diese Verbindungen aus der Atmosphäre anzuziehen), und ferner für den Gehalt des Wassers an Phosphaten und Alkalien.

Stellt man dagegen die Glasflaschen in einen dunkeln Raum oder benutzt man steinere, gut gedeckte Flaschen, so können die Algen wegen Lichtmangels sich nicht entwickeln. Man erhält nun eine Pilzvegetation, deren Menge von den organischen Nährstoffen abhängt, die möglicher Weise in nichts anderem als humussaurem Ammoniak bestehen.

Bei den fraglichen Untersuchungen wurde auf den entscheidenden Punkt, auf den Einfluss des Lichtes nicht geachtet, — ein Umstand, der vielleicht an dem auffallenden Resultate schuld ist, dass zwar die meisten Flaschen grüne Algen, einige aber fast nur Pilze gaben.

Uebrigens sind die so gewonnenen Resultate ohne Bedeutung, da es wohl Interesse haben mag zu wissen, was man trinkt, aber keines, zu wissen, was man trinken würde, wenn man das Wasser zuerst vier bis sechs Wochen oder auch nur acht Tage stehen liesse. Der Befund eines gestandenen Wassers giebt aber durchaus keinen Aufschluss über die ursprüngliche Beschaffenheit desselben, insoweit dieselbe irgendwie von Belang sein kann. Durch solche Versuche kann man auch nie erfahren, ob Infectionsstoffe in einem Wasser sich befinden, denn durch die angewendete Kultur würde man gerade ihre spezifische Natur vernichten und sie in gewöhnliche Spaltpilze umwandeln.

Die Behandlung der Frage, wie das Wasser unschädlich gemacht werden könne, ist eigentlich fast überflüssig, da dasselbe im Grossen und Ganzen als unschädlich betrachtet werden muss. Nehmen wir aber auf alle Möglichkeiten Rücksicht, so können wir uns die Frage stellen, welche Massnahmen am sichersten und einfachsten uns vor Schaden bewahren. Wenn etwas im Wasser Gefahr bringen kann, so sind es nur die Keime von Infectionskrankheiten. Man hält nun gewöhnlich ein klares geruchloses Wasser für rein, und desswegen wird Flusswasser oder anderes mehr oder weniger trübes Wasser filtrirt. Ob aber beim Filtriren Infectionsstoffe, die allenfalls im Wasser enthalten sind, mit den übrigen festen Substanzen im Filter zurückbleiben, ist rein zufällig; im Allgemeinen besteht eine grössere Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Mehrzahl der Spaltpilze, welche ja die kleinsten festen Körperchen im Wasser sind, mit demselben durchgehen. Das filtrirte Wasser hat möglicher Weise noch ebensoviele Spaltpilze als das trübe, aus dem man es gewonnen. Aber auch ein Wasser, das schon ursprünglich ganz klar ist und desshalb nicht filtrirt

wird, kann sie in gleicher Menge enthalten, denn bei ihrer ungeheuren Kleinheit bewirken Hunderte, die in jedem Kubikcentimeter enthalten sind, nicht die allergeringste Trübung.

Wasser, welches contagiöse Infectionsstoffe enthält, wird höchst wahrscheinlich durch mehrtägiges Stehenlassen davon befreit, indem die Pilze in diesem ihnen fremden Medium ihre Natur ändern; dagegen vermehren sich in demselben je nach Umständen entweder die grünen Algen oder die gewöhnlichen und unschädlichen niederen Pilze. Auch ursprünglich pilzfreies Wasser, das durch sehr lange Leitungen einer Stadt zugeführt wird, kann ziemlich pilzhaltig, aber desshalb doch vollkommen unschädlich an seinem Bestimmungsort anlangen.

Um das Wasser von Infectionsstoffen, sowie von Spaltpilzen überhaupt frei zu machen, giebt es nur ein einziges sicheres Mittel, nämlich dasselbe vor dem Genuss zum Sieden zu erhitzen. Wenn dadurch die Pilze auch nicht getödtet werden sollten, so werden sie doch so geschwächt und verändert, dass sie ihre früheren schädlichen Eigenschaften ganz einbüssen. Hält man aber, wie ja das noch fast allgemeine Ansicht ist, die Fäulnisspilze oder die Spaltpilze überhaupt, namentlich in Zeiten einer Epidemie, für gefährlich, so darf man nicht vergessen, dass das Erhitzen des Wassers nur den kleinsten Theil des vermeintlichen Uebels entfernt. Man muss dann consequenter Weise auch alle Speisen unmittelbar vor dem Genuss der Siedhitze aussetzen, weil wir mit denselben hundertmal mehr Fäulnisspilze und andere Spaltpilze in unseren Speisekanal bringen als mit dem Trinkwasser. Und damit wäre noch lange nicht alle Gefahr beseitigt, da die Luft ebenfalls hundertmal mehr Spaltpilze (Fäulniss- und Infectionspilze) in unsern Körper hineinführt als das Wasser.

VII.

Hygienische Eigenschaften der Luft.

Das Medium, mit dem wir noch in viel häufigere Berührung kommen als mit dem Wasser, ist die Luft; denn während eine Person durchschnittlich weniger als einen halben Liter Wasser täglich trinkt, athmet sie im Tag mehr als 8000 Liter Luft ein. Die Luft ist ferner, wie sich aus den bisherigen Untersuchungen ergiebt, an und für sich gefährlicher als das Wasser, weil sie uns vorzugsweise die Contagien und wohl ausschliesslich die Miasmen zuführt. Während jedoch das flüssige Element in ganz unverdientem Masse die Aufmerksamkeit auf sich gezogen, die Befürchtungen erregt und eine bis ins Einzelne gehende Bearbeitung der Prophylaxis veranlasst hat, ging das bewegliche und unfassbare Element der Atmosphäre fast leer aus.

Wie das Wasser kann die Luft nur durch die Verunreinigungen, die sie enthält, nachtheilig wirken. Diese sind entweder gasförmig oder staubartig. Die Gase geben sich häufig durch ihren Geruch zu erkennen; die Stäubchen dagegen sind im Allgemeinen geruchlos, aber sie werden uns meistens als winzige glänzende Pünktchen sichtbar, wenn ein Sonnenstrahl ins Zimmer fällt. Die verunreinigenden Gase sind zuweilen giftig (Kohlensäure in grösserer Menge, Kohlenoxyd, Schwefelwasserstoff, Ammoniak etc.); öfter sind sie bloss unangenehm durch den üblen Geruch. Aber sie können nie Infectionskrankheiten erzeugen und verdienen daher auch hier keine weitere Erörterung.

Der Staub, welcher die Luft verunreinigt, besteht aus unorganischen und organischen Splittern, aus feinen Erd- und Sandtheilchen und aus winzigen Bruchstücken von pflanzlichen und thierischen Geweben. Grössere und schwerere Körperchen, die vom Winde emporgetragen werden, fallen bald wieder zu Boden. Der

eigentliche atmosphärische Staub, der lange Zeit in der Luft herumfliegen kann, — wie z. B. der Passatstaub, welcher mit den Passatwinden aus Amerika zu uns kommt, oder die von dem Vesuv ausgeworfene Asche, welche sich über ganz Europa verbreitet, — enthält nur mikroskopisch kleine Theilchen. Diese dem blossen Auge gewöhnlich unsichtbaren Stäubchen, die wir aber meistens als Sonnenstäubchen wahrnehmen, sind so leicht, dass selbst die geringen Strömungen, wie sie in der ruhigen Luft eines bewohnten Zimmers noch wirksam sind, sie schwebend zu erhalten vermögen.

Ein solcher Staub nun verbreitet sich fast mit der Leichtigkeit eines Gases; er dringt daher auch mit der eingeathmeten Luft in die Lungen ein. Er gelangt in die Lungenalveolen und von da in die Lymphdrüsen und bewirkt, wenn er sich in grösserer Menge anhäuft, krankhafte Störungen. Besonders ist es der Kieselstaub und der Kohlenstaub, welcher in den Lungen gewisser Arbeiter sich oft massenhaft ansammelt.

Ausser den todten organischen und unorganischen Splittern enthält der Staub auch lebende Organismen und Keime von solchen. Dieselben sind nur gefährlich, wenn es Spaltpilze sind und unter den letzteren besonders die eigentlichen Infectionspilze (die Miasmen und Contagien). Die gewöhnlichen Spaltpilze, die Fäulnisspilze eingeschlossen, können zwar nicht wirkungslos sein, wenn sie in den Körper gelangen, aber sie verursachen höchstens eine unmerkliche Herabstimmung des Lebensprocesses, nicht eigentliche Erkrankungen, wenigstens in der Menge, in welcher sie uns durch die Luft zugeführt werden. (S. 90 und 122.)

Die zunächst liegende, überaus wichtige Frage ist nun, ob und welche Merkmale es für eine infizirte Luft gebe. Die gewöhnliche Antwort auf diese Frage sagt, dass eine übelriechende Luft als gefährlich betrachtet wird. Der Gedankengang, der zu diesem Schlusse führt, ist folgender: Die Ansteckungsstoffe entwickeln sich in Folge von Zersetzungsprocessen. Zu den schlimmsten Zersetzungsprocessen gehört die ammoniakalische Fäulniss, und als Richter über das Vorhandensein der Fäulniss entscheidet das Geruchsorgan. — Dabei hat man sich an die Anschauung gewöhnt, dass die übelriechenden Gase entweder selbst die Ansteckungsstoffe seien, oder dass diese mit jenen entstehen und sich in der Luft verbreiten. Diess ist ein Grundirrthum unserer heutigen Vorstellungen, der namentlich im grossen Publikum

festwurzelt und zu vielen verkehrten Massregeln im Grossen und im Kleinen Veranlassung giebt, — ein Irrthum, der übrigens auch durch die Unklarheit in manchen wissenschaftlichen Kreisen verbreitet und gekräftigt wird.

Wenn es sich um die hygienischen Eigenschaften der Luft handelt, dürfen wir die früher festgestellten Thatsachen nie aus dem Gesichte verlieren, dass die Ansteckungsstoffe nicht gasförmig sind, dass sie sich nur in Staubform in der Atmosphäre verbreiten und dass sie von der nassen Substanz oder von der Flüssigkeit, in der sie entstanden sind, sich erst losmachen, nachdem dieselbe ausgetrocknet ist (S. 54, 107—114).

Dass eine übelriechende Luft, wenn sie auch durch die Gase, die sie enthält (Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Ammoniakderivate) unangenehm affizirt und auf die Dauer nervösen und schwächlichen Personen vielleicht nachtheilig wird, doch niemals an sich Infectionskrankheiten verursacht, ergiebt sich deutlich aus zwei Reihen von Thatsachen, aus den Erscheinungen, welche die wissenschaftliche Beobachtung der Zersetzungsprocesse ermittelt hat, und aus der täglichen Erfahrung.

Wenn wir einen Fäulnissprocess vom Anfang bis zum Ende verfolgen, so bemerken wir zuerst das Auftreten von Spaltpilzen, nachher je nach ihrer Zunahme und den begünstigenden Umständen die Anwesenheit von Zersetzungsproducten. In manchen Fällen erscheinen die Spaltpilze massenhaft, ohne dass während geraumer Zeit von Zersetzungsproducten etwas bemerkbar wird; diess geschieht dann, wenn die Umstände zwar der Vermehrung der Pilze aber nicht ihrer Wirksamkeit günstig sind, oder wenn die Nährstoffe reichlich, die zu zersetzenden Verbindungen spärlich vorhanden sind.

Ein Theil der bei der Fäulniss gebildeten Zersetzungsproducte verdunstet als Gase in die Atmosphäre; diese Gase sind übelriechend; der eigenartige Fäulnissgeruch ist oft charakteristisch für die sich zersetzende Substanz und für das Stadium, in welchem sich der Process befindet. Die Fäulniss dauert so lange, als die in Zersetzung begriffene Substanz nass ist, und eben so lange entweichen bloss Gase, keine festen Stoffe von derselben. Mit dem allmählichen Austrocknen hört die Zersetzung und die Verdunstung auf. Erst von der luftrocknen Substanz können sich feste Theilchen lostrennen und mit Luftströmungen fortfliegen, oder, was häufiger der Fall ist, die trockne Substanz zerfällt unter Beihülfe mechanischer Einwirkung in Staub, welcher von der Luft fortgetragen wird.

Wenn sich bei dem eben geschilderten Fäulnissprocess schädliche Keime bilden, wie man allgemein annimmt, so kommen dieselben erst als trockner Staub in die Luft. Dieser Staub ist geruchlos. Die Fäulnissproducte sind also unschädlich, so lange sie als übelriechende Gase uns belästigen; sie bringen uns erst später Gefahr, wenn der Gestank verschwunden ist und der keimführende geruchlose Staub mit der Athemluft in unsern Körper eindringt.

Dieses Beispiel zeigt uns, dass die wissenschaftliche Beobachtung des Fäulnissprocesses der allgemeinen Ansicht widerspricht, nach welcher man glaubt, man müsse einen Ort, wo Stoffe faulen, verlassen, und man dürfe in dem Augenblicke dahin zurückkehren, wo er geruchlos wird. Man meidet z. B. ein Schlachtfeld, auf welchem unbeerdigte oder ungenügend begrabene Leichen von Menschen und Thieren die Luft mit Fäulnissgasen „verpesten“, und hält sich wieder daselbst auf, sobald die Luft „rein“ geworden, — während in Wirklichkeit die eigentliche Gefahr erst jetzt beginnt, wo man sie beendigt wähnt.

Wie mit einer faulenden Substanz verhält es sich mit riechenden Auswurfsstoffen, welche Contagien enthalten, z. B. mit Cholerastühlen. So lange diese Auswurfsstoffe feucht sind und Geruch verbreiten, ist die umgebende Atmosphäre ungefährlich; sie führt noch keine Infectionsstoffe mit sich. Erst nach dem Austrocknen, wenn auch der üble oder eigenthümliche Geruch verschwunden ist, erheben sich die Keime in die Luft und können anstecken.

Damit soll nicht etwa gesagt werden, dass eine stinkende Luft überhaupt gesunder als eine geruchlose und desswegen ihr vorzuziehen sei. Aber im Allgemeinen können wir doch als Regel aussprechen, dass die übelriechende Luft weniger gefährlich ist als die geruchlose, welche an derselben Stelle in der nächsten Zeit auf jene folgt. Dabei ist indess selbstverständlich, dass diese Regel nur dann ganz richtige Anwendung findet, wenn man ihren Grund einsieht und die Feuchtigkeits- und Austrocknungsverhältnisse genau beachtet. Sie gilt nur mit Rücksicht auf den einzelnen Fäulnissprocess, bei welchem auf das unschädliche Stadium des üblen Geruches das gefährliche geruchlose Stadium folgt. — Wenn aber an demselben Orte mehrere Fäulnissprocesse aufeinanderfolgen, so kann die Luft durch den einen mit stinkenden Gasen und durch den andern mit schädlichen Keimen erfüllt werden.

Mit dem Ergebniss der wissenschaftlichen Beobachtung, dass die verschiedenen Fäulnissgerüche in keiner Beziehung stehen zu der

Gefährlichkeit der Luft, rücksichtlich der Ansteckung, stimmt ganz unzweifelhaft auch die tägliche Erfahrung überein. Die landwirthschaftliche und gärtnerische Bevölkerung mancher Gegenden, deren Wohnungen sammt den nächsten Umgebungen durch die Jauchegruben und den täglich verwendeten flüssigen Dünger wahrhaft verpestet sind, erfreut sich einer vortrefflichen Gesundheit. Ebenso unschädlich ist die Atmosphäre von Rindvieh- und Pferdeställen, die nicht selten als vorübergehende, zuweilen als ständige Schlafstellen benutzt werden. Es giebt Gebirgsgegenden, wo die Menschen zur Zeit des Winters vorzugsweise sich im Stalle aufhalten. Die Luft der Kuhställe dient selbst für Brustkranke als klimatischer Kurort. Diese Luft ist zwar nichts weniger als wohlriechend, aber sie ist sehr feucht, und da desshalb Nichts austrocknet, auch ganz frei von Staub.

Dass schlechter Geruch und Ansteckungsstoffe nichts mit einander zu thun haben, dass vielmehr die letzteren geruchslos sind, zeigt uns die Luft, welche die Trägerin der Miasmen ist. Die Luft der Fiebergegenden kann durch unser Geruchsorgan nicht von derjenigen fieberloser Gegenden unterschieden werden. Würde sich die Atmosphäre der Ortschaften, Strassen, Häuser, Zimmer, welche für die Infection mit Cholera und Typhus befähigt, durch einen besondern Geruch auszeichnen und würden auch die eigentlichen Contagien sich dadurch kenntlich machen, so wüssten wir ohne Zweifel viel mehr über dieselben, als es wirklich der Fall ist, und wir würden uns besser vor ihnen schützen können. Es wäre ein wahres Glück, wenn die Infectionsstoffe, wie man so häufig glaubt, entweder selbst oder durch die sie begleitenten Gase einen üblen Geruch verbreiteten und dadurch ihre Anwesenheit ankündigten.

Gegen den sowohl von der Theorie als der Erfahrung bewiesenen Satz, dass die Gefährlichkeit einer Atmosphäre unabhängig ist von dem Geruche, den sie verbreitet, und dass die hauptsächlichste Wirkung einer stinkenden Luft in der Beleidigung unserer Nase und unseres ästhetischen Gefühles besteht, — gegen diesen Satz könnte man einen physiologischen Einwurf machen, den ich nicht mit Stillschweigen übergehen will. Unsere Sinne sind ohne Zweifel gewissermassen als die Wächter der Gesundheit zu betrachten; sie zeigen uns im Allgemeinen an, was für den Organismus vortheilhaft oder nachtheilig ist. Man könnte nun daraus den Schluss ziehen wollen, dass der Gestank

faulender Stoffe, weil er uns widrig ist, eben desshalb nothwendig auch schädlich sei.

Wir müssen hier zuvörderst eine nicht hieher gehörige Seite der Frage von der Besprechung ausschliessen, nämlich den unbestreitbaren Umstand, dass alles, was auf unsere Sinne unangenehm einwirkt und dadurch das Nervensystem affizirt, in gleichem Masse auch das allgemeine Wohlbefinden beeinträchtigt. Darum handelt es sich jetzt nicht, sondern um die Frage, ob über diese selbstverständliche Wirkung hinaus eine übelriechende Luft noch in spezifischer Weise der Gesundheit Schaden bringe.

Zunächst ist zu bemerken, dass jener Grundsatz, unsere Sinne bezeichnen durch ihr Wohlbehagen oder Missbehagen, was uns zuträglich oder schädlich sei, doch in seiner Allgemeinheit auf ziemlich schwachen Füssen steht. Wir sehen diess deutlich am Geschmacksorgan und theilweise auch am Geruchsorgan. Mit wohlschmeckenden Speisen und Getränken macht man sich krank und mit bittern und widrigen Medizinen kurirt man sich wieder. Gewisse Speisen werden erst gegessen, nachdem sie Zersetzungsprocesse, bei denen sich viele Spaltpilze bilden, durchgemacht haben, und dadurch gewiss nicht zuträglicher, wenn auch nicht schädlich geworden sind. Der Feinschmecker verlangt, dass am Wildpret und an einigen Käsesorten die begonnene Fäulniss bemerklich sei.

Dennoch hat die Ausbildung unseres Geschmacks- und Geruchsorganes im Grossen und Ganzen gewiss die Bedeutung, die man ihr zuschreibt. Aus den Forschungen der neueren Zeit auf phylogenetischem Gebiete, welche wir vorzüglich Darwin verdanken, geht unbestreitbar hervor, dass die Sinnesorgane sich als nützliche Einrichtungen ausgebildet haben. Demnach muss auch der so allgemein vorhandene Abscheu vor Stoffen, welche nach Fäulniss riechen und schmecken, und die Vorliebe für wohlschmeckende und wohlriechende Substanzen eine naturgesetzliche Ursache haben. Es sind nützliche Instinkte, welche sich in der langen Geschichte des Menschengeschlechtes unter einfachen Verhältnissen durch Anpassung ausgebildet haben, die aber für unsere complizirten, durch Kultur vielfach veränderten Verhältnisse nicht mehr ausreichen und in manchen Beziehungen mit denselben selbst in Widerspruch gerathen sind[1]).

1) Diess ist bekanntlich das Schicksal aller natürlichen Anpassungen, aller Eigenschaften, die sich unter dem Einfluss von bestimmten Umständen durch eine

Der Abscheu vor dem Fäulnissgeschmack hat sich ohne Zweifel dadurch ausgebildet, dass die Lebensmittel im Allgemeinen mit der zunehmenden Fäulniss immer mehr die Eigenschaft verlieren, den Körper zu nähren und ihn als Genussmittel anzuregen. Individuen, die gegen den Fäulnissgeschmack gleichgültig sich verhielten oder denselben gar liebten, mussten als weniger leistungsfähig zu Grunde gehen und hatten somit keine Nachkommen, die ihre Geschmackseigenthümlichkeit erbten. Würden die Lebensmittel durch die Fäulniss an Nähr- und Genusswerth gewinnen, so hätte sich nothwendig der Geschmack des Menschen so ausgebildet, dass er ein faules Ei als Delikatesse betrachtete.

Aus dem gleichen Grunde ist uns der Fäulnissgeruch widerwärtig; das Geruchsorgan zeigt uns die Gefahr an und warnt das Geschmacksorgan. Individuen mit einer für die Fäulniss empfindlichen Nase mussten unter übrigens gleichen Umständen die besser genährten sein. Dieser Erklärungsgrund reicht vollkommen aus, um unsern Abscheu vor dem Gestank begreiflich zu machen.

Es ist aber möglich, dass noch eine andere Ursache einwirkte, um das Geruchsorgan in dieser Richtung auszubilden. Die Fäulnisspilze sind zwar, wie ich früher zeigte, viel weniger gefährlich als die Miasmen- und Contagienpilze; in grösserer Menge aber verursachen sie ebenfalls krankhafte Störungen. Der Aufenthalt an Orten, wo fortwährend Fäulnissprocesse statt haben, wo stets auch ausgetrocknete Fäulnissstoffe sich befinden, wo vielleicht auch Miasmen sich bilden, ist demnach ungesund. Solche Stätten mochte es im Urzustande wohl geben, wo die noch halbwilden Menschen die Jagdthiere verzehrten und wo sich Abfälle und Auswurfsstoffe anhäuften. Die Luft an diesen Orten war nicht nur mit übelriechenden Gasen, sondern auch mit schädlichen Keimen beladen. Diejenigen Individuen, welche durch ihr Geruchsorgan veranlasst wurden, solche Stätten bald zu verlassen, mussten im Vortheil sein gegenüber denjenigen, denen ihre Nase erlaubte, sich daselbst aufzuhalten und sich zur Ruhe hinzulegen.

Aber wenn auch der Widerwille vor dem Fäulnissgeruch aus dem zuletzt genannten Grunde entstanden ist, so folgt daraus keineswegs,

unendlich lange Generationenreihe ausgebildet haben und constant geworden sind. Unter veränderten Verhältnissen werden sie überflüssig, zuweilen selbst nachtheilig, — vererben sich aber vermöge der erlangten Constanz noch durch eine lange Zeitperiode.

dass eine übelriechende Luft die Trägerin von schädlichen Keimen sein muss. Es folgt daraus bloss, dass in der Urzeit des Menschengeschlechts unter ursprünglichen und natürlichen Verhältnissen Fäulnissgeruch und Ansteckungsstoffe nicht selten zugleich auftraten. Der Widerwille vor dem Fäulnissgeruche erklärt sich dann aus dem auch anderweitig constatirten Umstande, dass es dem Menschen an einem Sinnesorgan für die Wahrnehmung der Infectionsstoffe mangelt, und dass desswegen der Organismus sich bei der Anpassung der Sinnesorgane daran gewöhnte, diejenigen wahrnehmbaren Verhältnisse zu verabscheuen, welche einst am häufigsten mit den Infectionsstoffen vergesellschaftet waren. In unserer Zeit könnte die Lage der Dinge eine ganz andere, selbst entgegengesetzte geworden sein; es könnte in Folge veränderter Einrichtungen der Fäulnissprocess zeitlich von dem Austrocknungsprocess getrennt sein, sodass die stinkende Luft immer unschädlich, die geruchlose dagegen mehr oder weniger gefährlich und unser einst vortrefflich angepasstes Geruchsorgan jetzt in diesem Punkte ein falscher Rathgeber geworden wäre.

Da die Infectionsstoffe als Staub in der Luft enthalten sind und die Gase, sowie der Geruch darüber keine Auskunft geben, so liegt der Gedanke nahe, mit dem Mikroskop die suspendirten Theilchen zu untersuchen und auf diesem Wege die Schädlichkeit der Luft zu bestimmen. Man kann leicht vermittelst Filtration durch einen Baumwollpfropf den atmosphärischen Staub auffangen und unter das Mikroskop bringen. Solche Beobachtungen sind schon vielfach ausgeführt worden. Sie haben aber rücksichtlich der Infectionsstoffe kein brauchbares Resultat gegeben und können es auch wohl niemals geben. Die Spaltpilze können wegen ihrer Kleinheit nur in einigen charakteristischen Formen sicher erkannt werden; die körnerähnlichen Formen lassen sich von unorganisirten Körnchen nicht unterscheiden. Davon, dass man unter den Spaltpilzen selbst verschiedene Formen trenne und namentlich, dass man die Infectionspilze unter den andern herausfinde, kann vollends keine Rede sein.

Die mikroskopische Untersuchung des atmosphärischen Staubes könnte nur dann mit Rücksicht auf Infectionskrankheiten werthvoll sein, wenn die Behauptungen Hallier's, dass die Spaltpilze aus andern Pilzen entstehen und dass jeder Art von Spaltpilzen, somit

auch von Infectionspilzen, eine bestimmte Schimmelart entspreche, richtig wären. Man könnte dann aus den Schimmelsporen, die man in dem Filtrat findet, einen Schluss auf die Gefährlichkeit der Luft ziehen. Wenn z. B. die Sporen des Choleraschimmelpilzes darin enthalten wären, würden sich aus denselben die Cholerainfectionspilze bilden. Solche oder ähnliche Vorstellungen haben offenbar auch Dr. Douglas Cunningham veranlasst, den atmosphärischen Staub von Calcutta zu untersuchen und auf 14 Tafeln abzubilden. Da die vorhin angeführte Ansicht von Hallier unrichtig ist, wie alle genauen Versuche zeigen (S. 15—18), da die Spaltpilze selbständige Organismen sind und wegen ihrer Kleinheit nur sehr mangelhaft beobachtet werden können, so ist auch diese mühsame Arbeit nothwendiger Weise fruchtlos geblieben; denn Dr. Douglas Cunningham konnte, wie er berichtet, „keinen Zusammenhang finden zwischen den Zahlen der in der Luft befindlichen Bacterien, Sporen etc. und dem Vorkommen von Diarrhoe, Dysenterie, Cholera, Ague oder Dengue, noch zwischen der Anwesenheit oder Häufigkeit irgend einer Species oder Zellform und dem Vorherrschen einer jener Krankheiten“.

Es ist einleuchtend, dass dieses Ergebniss durchaus keinen Werth hat, und dass es ganz unberechtigt wäre, wenn etwa ein Gegner der Pilztheorie daraus einen Beweis ableiten wollte. Man könnte solche Beobachtungen nur dann zu einem Beweise für oder gegen die Pilztheorie benutzen, wenn die Zahl und die Beschaffenheit der Spaltpilze sich wirklich ermitteln liesse. Da diess nicht möglich ist, so bleibt als Resultat aller Beobachtungen, dass auf mikroskopischem Wege weder das Vorhandensein noch der Mangel eines Zusammenhanges zwischen Infectionskrankheiten und Pilzen sich nachweisen lässt.

Es giebt, da die mikroskopische Untersuchung uns im Stiche lässt, nur einen Weg, der Aufschluss über die infectiöse Beschaffenheit der Luft verspricht, nämlich den experimentellen. Durch Kulturversuche muss ermittelt werden, welche Spaltpilzformen und in welcher Zahl dieselben in einer gegebenen Luftmenge enthalten sind. Ich habe dieser Aufgabe der Pilzphysiologie schon lange meine Aufmerksamkeit zugewendet und seit dem Jahre 1868 viele Versuche zu ihrer Lösung angestellt. Sie trafen wiederholt auf neue Schwierigkeiten, welche verschiedene Voruntersuchungen nöthig machten. Die Frage allerdings, die schon einiges Interesse gewährt, ob eine bestimmte Luft Spaltpilze enthalte und wie viele durchschnittlich auf den Liter oder

auf den Kubikmeter kommen, lässt sich experimentell unschwer beantworten. — Aber die viel wichtigere Frage, von welcher Beschaffenheit diese Spaltpilze sind, setzt voraus, dass zuvor ein ganz neues Gebiet der Pilzphysiologie für die Wissenschaft gewonnen werde, die Unterscheidung der Spaltpilzformen nach ihren Wirkungen auf experimentellem Wege. Es haben nun Dr. Hans Buchner und mein Sohn Dr. Walter Nägeli diese Aufgabe in die Hand genommen, und ich zweifle nicht daran, dass sie zu entscheidenden Resultaten gelangen werden.

Bis wir ein Mittel haben, die Luft auf die schädlichen Pilze zu untersuchen, bleibt uns der einzige Ausweg, sie nach dem Ursprungsorte des Staubes, den sie mitführt, zu beurtheilen. Wir dürfen selbst nicht einmal viel Gewicht darauf legen, ob eine Luft viel oder wenig Staub enthalte. Denn der letztere kann ja zum grössten Theil aus unorganisirten, relativ unschädlichen Körpern bestehen, welche zwar Beschwerden der Respirationsorgane, aber doch keine Infectionskrankheiten verursachen[1]). Nur wenn der Staub von dem nämlichen Orte herstammt, kann durch die Menge desselben annähernd der Grad der Schädlichkeit bestimmt werden.

Es ist übrigens zu beachten, dass der Staub je nach der Grösse seiner Theilchen mehr oder weniger leicht wahrgenommen wird. Ich möchte in dieser Hinsicht drei Abstufungen des Staubes unterscheiden. Der sichtbare Staub besteht aus den grösseren Körperchen; wir sehen ihn, wenn er von Winden auf der Strasse oder von dem Kehrbesen im Zimmer aufgewirbelt wird; er fällt bei ruhiger Luft bald zu Boden. Der Sonnenstaub besteht aus so kleinen Körperchen,

1) Ich füge hier eine neulich gemachte Beobachtung bei. Ich sah in Genua aus grossen Schiffen, die neben einander am Hafendamm lagen, Steinkohlen und Getreide ausladen. In jedem Schiff war ein Mann mit dem Füllen der Säcke beschäftigt, die dann fortgetragen wurden. Dieser Mann stand ununterbrochen in einer Staubwolke, und zwar hatten, wie es schien, die Kohlenschiffe die dichteren Staubwolken. Man sollte nun vermuthen, dass der Staub von Steinkohlen gefährlicher sei als derjenige von Weizen. Die Männer in den Kohlenschiffen behielten Mund und Nase frei, die in den Getreideschiffen (es waren zwei) hatten einen nassen Schwamm vor Mund und Nase gebunden. Da es mir nicht möglich war, gehörige Erkundigungen einzuziehen, so ist auch die Erklärung nicht ganz sicher. Wenn aber, wie es scheint, der Staub von Kohlen weniger schädlich ist als derjenige von Getreide, so dürfte der Grund wohl darin liegen, dass der letztere mehr Spaltpilze enthält, während es sich mit Rücksicht auf die mechanische Schädlichkeit wohl umgekehrt verhalten dürfte.

dass dieselben gewöhnlich nicht gesehen werden; die Zimmerluft, die davon eigentlich wimmelt, erscheint klar und durchsichtig; nur in dem einfallenden Sonnenstrahl werden die Körperchen als leuchtende Punkte (Sonnenstäubchen) sichtbar; wegen ihrer Leichtigkeit bleiben sie in einer Luft mit sehr schwachen Strömungen suspendirt. Der unsichtbare Staub wird durch noch viel kleinere Körperchen gebildet; dieselben gelangen nicht einmal durch den Sonnenstrahl zu unserer Wahrnehmung und vermögen noch bei fast ruhiger Luft sich schwebend zu erhalten; hieher gehören die Miasmen, die aus den trocken gelegten Sümpfen aufsteigen und wahrscheinlich aus einzelnen Spaltpilzen bestehen[1]).

Der gefährlichste Staub ist also gerade derjenige, von dem wir sinnlich gar keine Wahrnehmung haben, und wenn uns gröberer Staub schädlich wird, so bleibt es zweifelhaft, ob dabei nicht auch Theilchen des dritten unsichtbaren Staubes eine Rolle spielen. Daraus geht hervor, dass wir bezüglich der Infectionskrankheiten auf den wahrnehmbaren Staub kein grosses Gewicht setzen dürfen, sondern uns vielmehr die Frage vorzulegen haben, ob die Luft von einem Orte kommt, von wo sie möglicherweise Infectionsstoffe mitbringt. Die Beschaffenheit dieser Oertlichkeiten werde ich im nächsten Kapitel besprechen.

Ein zweiter wichtiger Punkt ist die Verbreitung des Staubes in der Luft. Ich habe bereits früher davon gesprochen und namentlich gezeigt, inwiefern sich der Staub in dieser Beziehung von einem Gas unterscheidet. Indem ich auf das dort Gesagte verweise (S. 115), hebe ich hier nur hervor, dass, wie sehr auch die Verbreitung von den Luftströmungen abhängt, der Staub sich doch unter allen Umständen ausserordentlich leicht vertheilt, und dass daher die Gefahr, Staub von einem bestimmten Orte zu erhalten, schon in geringer Entfernung sich sehr vermindert. Wenn man den Umstand berücksichtigt, dass viele Stäubchen an verschiedenen Gegenständen, besonders am Boden hängen bleiben, so lässt sich wohl behaupten, dass die Menge des Staubes, die mit einer Luftströmung von einem Orte herkommt, im Allgemeinen fast mit dem ~~umgekehrten~~ Quadrat der Entfernung abnimmt. Wir begreifen daher, dass Miasmen, welche in einiger Menge

1) Wenn Cohn sagt, dass die Spaltpilze in der Luft als Sonnenstäubchen herumschwimmen, so beruht das sicher nicht auf irgend einer Beobachtung und kaum auf einer bewussten Ueberlegung.

aufgenommen werden müssen, um wirksam zu infiziren, nur an dem Orte selbst, wo sie den Boden verlassen, gefährlich sind, und dass daher die „Bodenkrankheiten“ ein scharf abgegrenztes Vorkommen zeigen.

Bei der Beurtheilung der hygienischen Eigenschaften der Luft, soweit es sich um Infectionsstoffe handelt, sind noch einige andere Punkte zu berücksichtigen, namentlich der Umstand, dass die Infectionspilze ihre Wirksamkeit nach einiger Zeit verlieren, und dass diess in warmer und trockner Luft viel schneller geschieht (S. 106), ferner der Umstand, dass durch Regen die staubartigen Verunreinigungen der Luft niedergeschlagen werden, und dass die vom Thau benetzte Oberfläche viele Stäubchen der Luft festhält und somit wesentlich zur Reinigung beiträgt.

Da die Luft ein so gefährliches Element ist und ganz überwiegend die Ansteckung vermittelt, so wäre es sehr wünschbar, Massregeln aufzufinden, um dieselbe unschädlich zu machen. Leider ist sie zugleich ein Element, über das wir gar keine Macht haben und dem wir uns auch nicht entziehen können, da wir täglich eine so grosse Menge davon in unsern Körper aufnehmen. Man hat es versucht, die infizirte Luft in geschlossenen Räumen zu desinfiziren; ich werde hierüber bei der Desinfection sprechen. Wenn es möglich wäre, die Luft durch antiseptische Mittel unschädlich zu machen, so könnte man zur Zeit von Epidemieen sich innerhalb der Wohnungen durch geeignete Massregeln bis zu einem gewissen Grad sicher stellen. Die Desinfection der Luft ist aber, wie wir sehen werden, erfolglos.

Es giebt wohl nur ein einziges Mittel, wie man sich schützen kann, und dasselbe ist nur für den Einzelnen anwendbar. Es müssen durch einen hinreichend guten Filtrirapparat vor Mund und Nase alle festen Stäubchen, welche die Luft mit sich führt, vor dem Einathmen abgefangen werden. Diess ist möglich durch einen feinporigen nassen Schwamm, durch ein mehrfaches nasses Tuch oder durch einen feinen Respirator, der, wenn er nicht sich selbst feucht erhält, durch Glycerin in diesem Zustande erhalten werden kann. Da, wie ich durch Versuche nachgewiesen habe, selbst die allerfeinsten Stäubchen, nämlich die trocknen Spaltpilze, aus der durchstreichenden Luft in nassem Sand und Kies zurückbleiben (S. 111), so muss es leicht sein, einen

passenden Respirator herzustellen, welcher keine festen Theilchen in die Mund- und Nasenhöhle eintreten lässt. Damit sind wenigstens die Hauptwege, auf welchen die Luft uns schädlich wird, verschlossen[1]).

Doch ist dieses Mittel in den meisten Fällen allzu lästig, um praktische Anwendung zu finden. Es wird sich nicht leicht Jemand entschliessen, während einer Epidemie oder während des Aufenthaltes auf Malariaboden vielleicht Monate lang Tag und Nacht ein Schloss vor dem Munde zu tragen, auch wenn sein geschäftlicher und gesellschaftlicher Verkehr es gestatten würde. Dagegen dürfte das Mittel in einzelnen Fällen sich empfehlen, bei Besuchen in Krankenzimmern, für Wärter von gewissen Kranken (z. B. bei Diphtherie und acuten Exanthemen), ferner wenn Bewohner von gesunden Orten gezwungen sind, einen kurzen Aufenthalt, vielleicht bloss einen Gang in einer Stadt, wo eine Epidemie herrscht, zu machen.

Besonders aber wäre es sehr wünschbar, wenn das vorgeschlagene Mittel in tropischen Gegenden angewendet würde, wo oft eine kurze Rast auf einem siechhaften Boden die verderblichsten Folgen hat. Dort könnte man auch am leichtesten seine Wirkung erproben. Wenn Truppen in Indien gezwungen sind, durch einen gefährlichen Strich zu marschiren, wo bisher trotz aller angewendeten Vorsichtsmassregeln 20 Procent der Cholera erlagen (S. 93), sollte wenigstens versuchsweise die Hälfte derselben mit einem guten Respirator versehen werden. Ich möchte diesen so einfachen und billigen Versuch angelegentlichst den dortigen Militärärzten empfehlen.

1) Der Apparat muss natürlich rings um Mund und Nase fest anliegen, damit nicht die Luft, welche den Weg des geringsten Widerstandes einschlägt, seitlich eindringen kann; desshalb wäre vielleicht die einfachste und beste Vorrichtung ein Bausch von Baumwolle, der durch ein umgebundenes Tuch angedrückt wird.

VIII.

Hygienische Eigenschaften des Bodens.

Die Betrachtung der hygienischen Eigenschaften der Luft weist rücksichtlich der miasmatischen Infectionsstoffe und vieler Fäulnissstoffe auf den Boden hin. Dieser ist es, welchem eine Gegend ihre spezifisch gesunden oder ungesunden Eigenschaften verdankt; die Luft vermittelt bloss den Zusammenhang zwischen ihm und den Bewohnern. Der Einfluss des Bodens ist streng von dem des Klimas zu trennen, da beide gar nichts mit einander gemein haben[1]).

Es ist daher ganz begreiflich, dass in neuester Zeit die Bodenfrage in den Vordergrund hygienischer Forschung eintrat. Die Besprechung der Bodenverunreinigung durch organische Stoffe befindet sich an der Tagesordnung; die Verhütung dieser Verunreinigung gilt als eine der wichtigsten hygienischen Aufgaben. Die Theorieen, die

1) Boden und Klima werden oft mit einander vermengt; man spricht von einem gesunden und ungesunden Klima, indem man die Eigenschaften des Bodens auf das Klima überträgt. Wenn selbst medizinische Autoren das Klima als den Inbegriff aller Eigenschaften des Luftkreises sowohl als des Erdbodens und seiner Gewässer erklären, so ist diess weder wissenschaftlich richtig, noch auch für die Anwendung zweckmässig. Nach dieser Definition hätte ja in manchen Fällen das einzelne Dorf, die einzelne Strasse oder Strassenseite, das einzelne Haus sein besonderes Klima.

Unter Klima versteht die Meteorologie die Beschaffenheit der Atmosphäre mit den ihr eigenthümlichen Temperatur- und Lichtverhältnissen. Diess ist auch für hygienische Zwecke die einzig richtige Auffassung. Das Klima kann trocken oder feucht, warm oder kalt u. s. w. sein. Die einen Individuen oder Völker oder Menschenracen befinden sich besser in dem einen oder andern Klima. Aber man kann nicht von gesundem oder ungesundem Klima in dem Sinne sprechen, dass es endemische und epidemische Krankheiten ausschliesse oder verursache. Ungesund in letzterem Sinne wird eine Gegend nur durch den Boden, und solche gesunde und ungesunde Gegenden giebt es in jedem Klima.

man in dieser Beziehung hegt, haben selbst angefangen, in die Praxis überzugehen und öffentliche Massregeln von tief einschneidender volkswirthschaftlicher Bedeutung zu veranlassen.

So richtig nun auch der Zweck im Allgemeinen, die Unschädlichmachung des Bodens, gefasst ist, so lässt sich doch nicht läugnen, dass die Theorieen bisher auf unklaren und unbestimmten Vorstellungen beruhten. Selbst die entscheidenden Fragen: Unter welchen Umständen bilden sich die schädlichen Keime im Boden? Unter welchen Umständen entweichen dieselben in die Luft, um in den menschlichen Organismus zu gelangen? sind weder gestellt noch zu beantworten versucht worden. Die Erörterung dieser Fragen, selbst mit den noch unvollkommenen Mitteln, die jetzt zur Verfügung stehen, wird doch schon wichtige Fingerzeige für die Lösung der hygienischen Aufgaben liefern.

Ueber die Natur der schädlichen Bodenkeime habe ich bereits früher gesprochen; es können nur Spaltpilze sein. Doch hat gerade die Entscheidung dieses Punktes weniger Bedeutung, als man vielleicht meinen möchte. Wenn wir die gasförmige Natur der Infectionsstoffe als unmöglich ausschliessen, so ist es besonders für die praktischen Fragen fast gleichgültig, ob sie organisirt seien oder nicht. Ich werde aber an der bestimmten Vorstellung, dass die schädlichen Keime Spaltpilze sind, festhalten, weil ich dieselbe aus den früher angeführten Gründen erwiesen glaube.

Zuerst handelt es sich um die Frage, wie die Spaltpilze im Boden entstehen. Man darf in dieser Beziehung nicht einfach die Erfahrungen, die man betreffend Pilzbildung über der Erdoberfläche gemacht hat, auf die Vorgänge unter der Erdoberfläche anwenden, weil die Verhältnisse hier sich gewissermassen eigenthümlich gestalten.

Für die Vermehrung der Spaltpilze ist einmal Wasser nothwendig; sie ist nur in benetztem Boden möglich. Eine noch so feuchte Grundluft reicht nicht aus; es müssen die Bodentheilchen mit tropfbar flüssigem Wasser umgeben sein. Daher bilden sich keine Spaltpilze in einem beständig trocknen Boden. Wird er zeitweise vom Regen benetzt, so ist seine physikalische Beschaffenheit entscheidend; es kommt darauf an, wie lange er benetzt bleibt. Ein lockerer Kies, in welchem das Wasser schnell versiegt, wird daher auch in einem Klima, in welchem es häufig regnet, wenig Spaltpilze erzeugen. Die letzteren leben zwar jedesmal mit dem Benetzen wieder auf; aber es

bedarf immer einiger Zeit, bis die Lebensfunctionen die normale Beschaffenheit erlangt haben, und diess dauert um so länger, je stärker die Zellen ausgetrocknet waren, und je häufiger das Austrocknen sich wiederholt hat.

Je feiner der Kies und je kleiner die Bodentheilchen werden, in um so grösserer Menge und um so länger wird das Wasser durch Capillarität darin zurückgehalten, um so reichlicher können sich die Spaltpilze vermehren. Ein lehmiger Boden bietet in dieser Beziehung die günstigsten Verhältnisse dar.

Das Wasser hat noch in einer Beziehung Einfluss auf die Menge der im Boden befindlichen Spaltpilze; es kann dieselben mit sich fortführen und so gewissermassen den Boden reinigen. Es hat daher je nach Umständen eine ganz andere Bedeutung, ob eine bestimmte Regenmenge sich gleichmässig auf einen längeren Zeitraum vertheile oder ob sie in wenigen heftigen Güssen niederfalle; im ersten Fall bleibt der Boden lange nass, im zweiten wird er ausgewaschen.

Da die physikalischen Verhältnisse alle möglichen Abstufungen zulassen und da sie auf die kleinsten Entfernungen nach allen Richtungen wechseln können, so muss jeder Boden mit Rücksicht auf das daselbst herrschende Klima besonders studirt werden, wenn man sich über seine Durchfeuchtung und die Wirkungen derselben eine Vorstellung bilden will. Der Boden, auf welchem München steht, wird durch einen meist 3 — 6 Meter hoch über dem Grundwasserspiegel liegenden groben Kalkkies gebildet, mit welchem mehr oder weniger Sand gemengt ist, der sich selten zu ganzen Schichten ausbildet. Im Allgemeinen vermag dieser Kies das Wasser nur während kurzer Zeit zurückzuhalten. Er ist zu trocken, um Spaltpilze in irgendwie erheblicher Menge zu bilden. Ihr Vermehrungsherd findet sich am und im Grundwasser.

Von Nährstoffen bedürfen die Spaltpilze ausser den gewöhnlichen Mineralsalzen, die sie wohl in jedem Boden in hinreichender Menge finden, eine Substanz, welche Stickstoff und Kohlenstoff enthält. Ausreichend sind Albuminate und die meisten organischen Stickstoffverbindungen, welche sich bei der Zersetzung der Albuminate bilden. Als Stickstoffverbindung genügt aber auch das Ammoniak, wenn mit demselben zugleich eine organische Kohlenstoffverbindung zugegen ist. Was die letztere betrifft, so mangeln zwar im Boden die löslichen Stoffe, die in den Pflanzen enthalten sind und am besten nähren (wie

Zucker, Fruchtsäuren etc.), in der Regel. Dagegen kommen in verunreinigtem Boden unlösliche organische Stoffe vor, welche die Spaltpilze allmählich löslich machen und als Nahrung verwenden können. Ferner finden sich in jedem Boden in grösserer oder geringerer Menge Humussubstanzen, in welche fast alle organischen Verbindungen daselbst übergehen. Humussaures Ammoniak stellt eine zwar nicht sehr gute aber doch genügende Nahrung dar, welche auch der reinste Boden enthält, da das Ammoniak von der Atmosphäre und die Humussäuren aus der Dammerde und der sie bedeckenden Vegetation geliefert werden. Auch in jedem Trinkwasser sind etwas Ammoniak und Humussubstanzen enthalten; letztere bleiben beim Abdampfen als brauner Rest zurück.

Was den Sauerstoff betrifft, den die Spaltpilze bei guter Nahrung entbehren können, so ist derselbe für ihre Vermehrung im Boden immer nothwendig, weil hier gerade jene guten Nährstoffe nicht vorhanden sind. Er findet sich nun auch überall im Boden, und es dürfte daher, soweit dieser durchlüftet ist, an der nöthigen Menge für die Spaltpilze nirgends mangeln, um so mehr als die Luftströmungen für hinreichenden Ersatz sorgen. Doch wird der Sauerstoffgehalt von der Oberfläche aus in die Tiefe abnehmen, und in einem festen und schlecht durchlüfteten Boden kann diese Abnahme für die Pilzbildung fühlbar werden. Noch deutlicher muss die Abnahme des Sauerstoffs im Grundwasser selbst hervortreten; hier ist offenbar die oberflächliche Schicht, welche an die Grundluft grenzt, vor den tieferen Schichten bevorzugt. Die Spaltpilzbildung findet daher vorzugsweise an der Oberfläche des Grundwassers, namentlich in dem von dem Grundwasser capillar benetzten Kies statt.

Rücksichtlich der Temperatur erfolgt zwar bei Null Grad noch Vermehrung der Spaltpilze; sie wird aber doch mit zunehmender Wärme viel lebhafter. Die günstigste Temperatur ist ungefähr 37° C. Daraus folgt, dass in heissen Ländern die Spaltpilzbildung viel reichlicher stattfindet als in gemässigten und kalten Klimaten, dass sie aber im hohen Norden während des Sommers und in unserem Grundwasser auch während des Winters nicht mangelt.

Auf das Gedeihen der Spaltpilze haben ferner die im Wasser gelösten Stoffe Einfluss; alle, auch die im Ueberschusse vorhandenen Nährstoffe wirken mehr oder weniger schädlich, und die schädlichen Eigenschaften nehmen mit der Concentration zu (S. 29). Dieser Um-

stand darf nicht ausser Acht gelassen werden, wenn es sich um die Spaltpilzbildung in dem verunreinigten Boden handelt. Bei poröser Beschaffenheit desselben, bei welcher nur so viel Flüssigkeit zurückbleibt als durch Benetzung und Capillarität gebunden wird, während der Rest abfliesst, wird die festgehaltene Flüssigkeit durch Verdunstung concentrirter. Diese Lösung enthält verschiedene Verbindungen, darunter auch Zersetzungsproducte, welche durch die Gährwirkung der Spaltpilze selbst erzeugt wurden. Sie muss mit zunehmender Concentration die Thätigkeit und die Vermehrung der Pilze schwächen und zuletzt vernichten. Diess gilt aber nur für einen porösen Boden mit ziemlich lebhafter Verdunstung. In einem mehr lehmigen Boden, wo die verunreinigenden Flüssigkeiten ihren Wassergehalt bewahren, kann die Concentration nicht zu einer für das Leben der Zellen sehr nachtheiligen Höhe anwachsen; und wenn die organischen Stoffe ins Grundwasser gelangen, so können sie nur zu einem lebhafteren Gedeihen der Pilzvegetation beitragen.

Unter den im Wasser gelösten Verbindungen schadet die Kohlensäure, welche in der Bodenluft oft in grosser Menge enthalten ist, den Spaltpilzen nur wenig. Dieselben gedeihen selbst in einer mit Kohlensäure gesättigten Flüssigkeit ganz gut.

Die Concurrenz der niederen Pilze unter einander ist auch im Boden thätig. Die Concurrenten, welche die Spaltpilze über der Erdoberfläche zu bekämpfen haben und denen sie so häufig erliegen, sind die Schimmel- und Sprosspilze und die niederen Algen. Unter der Erdoberfläche können ihnen von diesen Feinden nur die Schimmel Gefahr bringen. Die Algen sind wegen Lichtmangels ausgeschlossen, die Sprosspilze aus Mangel an Zucker wenig gefährlich. Der Ausgang der Concurrenz mit den Schimmelpilzen hängt von dem Feuchtigkeitsgrade ab. Der nasse Boden ist für die Spaltpilze, der bloss feuchte für die Schimmel günstig. Wenn die Bodentheilchen eine Zeit lang unbenetzt sind, so können nur Schimmelpilze wachsen; und wenn diese sich einmal festgesetzt haben, so verhindern sie die Vegetation der Spaltpilze, auch wenn nun zeitweise Benetzung eintritt. Die Schimmelpilze ertragen auch viel concentrirtere Nährlösungen als die Spaltpilze. In einem sehr verunreinigten porösen Boden nimmt daher leicht die Schimmelvegetation überhand und schliesst dann die Spaltpilzbildung aus, auch wenn durch Zufuhr von Wasser die Concentration zeitweise vermindert und für die letztere günstig wird.

Die Schimmelpilze aber sind im Boden vollkommen unschädlich; in der Regel bilden sie nicht einmal Sporen, und wenn es ausnahmsweise geschieht, so vermögen die schwachen Strömungen der Grundluft dieselben nicht in die Atmosphäre zu entführen, wo sie übrigens ebenfalls bedeutungslos wären. Die Wirkung der Schimmelpilze im Boden besteht nur darin, dass die verunreinigenden organischen Substanzen durch sie rascher zerstört werden, als es durch blosse Oxydation geschieht.

Eine andere Concurrenz wird nicht nur den Spaltpilzen, sondern sämmtlichen niederen Pilzen gegenüber durch die Wurzeln der höheren Pflanzen ausgeübt. Der von zahlreichen lebenden Wurzeln durchzogene Boden ist ziemlich frei von allen Pilzen, während in demselben, wenn die Wurzeln abgestorben sind, eine reichliche Vegetation überhand nimmt, welche je nach dem Wassergehalt aus Schimmelpilzen oder Spaltpilzen besteht.

Für die Pilzbildung ist endlich die chemisch-physikalische Beschaffenheit des Bodens von Wichtigkeit. Obgleich noch keine entscheidenden Versuche darüber vorliegen, so können wir doch zum voraus sagen, dass der kiesig-sandige und der humose Boden sich ungleich verhalten müssen. Dieselben bilden in verschiedenen Beziehungen Gegensätze. Der kiesig-sandige Boden enthält an und für sich keine organischen Kohlenstoffverbindungen und kann somit keine Pilze ernähren. Er wird dazu erst tauglich durch Verunreinigung mit verschiedenen organischen Stoffen oder durch Zufuhr von Humussubstanzen aus dem humosen Boden. Die organischen Nährstoffe, die er erhält, verändern sich in ihm nur langsam durch Oxydation, wenn sie nicht durch Pilze zerstört werden. — Der humose Boden dagegen besitzt in den Humussäuren, die fortwährend daselbst erzeugt werden, in Verbindung mit dem Ammoniak des Regenwassers, beständig die Bedingungen für langsame Pilzbildung. Wird er durch organische Stoffe verunreinigt, so erleiden dieselben eine rasche Oxydation und Humifikation.

Dieser Process erklärt sich aus der chemisch-physikalischen Beschaffenheit des Humus, welcher, mit der Kohle schon nahe verwandt, eine ungemein feine mechanische Vertheilung besitzt und den Sauerstoff stark verdichtet. Durch die intensive Oxydation, welche die Folge davon ist, werden die organischen Verbindungen um so rascher in Humussubstanzen übergeführt, je leichter sie zersetzbar sind. Man

kann daher nicht von einer Verunreinigung des humosen Bodens sprechen, wenn dieselbe nicht im Uebermasse statthat. Die Pilzbildung muss in demselben immer nur langsam erfolgen, weil sie fast bloss durch humussaures Ammoniak unterhalten wird.

Die intensive Oxydation im humosen Boden hat noch eine andere wichtige Folge. Die Lebhaftigkeit des Zellenlebens hängt nämlich von der Sauerstoffaufnahme ab. Je mehr Sauerstoff der Zelle geboten wird, um so rascher erfolgen die chemischen Veränderungen in ihrem Innern, um so rascher lebt die Zelle und um so schneller geht sie bei beschränkter oder schlechter Nahrung dem Zustande entgegen, in welchem die Ernährungs- und Fortpflanzungsfähigkeit aufhört und der Tod eintritt. Die Erschöpfung der Pilze muss desshalb in einem humosen Boden, in welchem verdichteter Sauerstoff auf sie einwirkt, viel rascher erfolgen als in einem kiesig-sandigen Boden.

Aus vorstehender Betrachtung geht unzweifelhaft hervor, dass bezüglich der Pilzbildung durch Verunreinigung der kiesig-sandige Boden viel gefährlicher ist als der humose. In dem letzteren entstehen die Spaltpilze spärlicher und gehen bald zu Grunde; in dem ersteren werden sie in grösserer Menge erzeugt und bleiben länger lebenskräftig.

Es ist übrigens zu bemerken, dass was eben über den humosen Boden gesagt wurde, nur für einen geringen oder mittleren Wassergehalt gilt, wie wir ihn im Humus der Gärten, Felder und Wiesen beobachten. Der verdichtete Sauerstoff und seine oxydirende Wirkung ist nur dann vorhanden, wenn die Humustheilchen nicht benetzt sind, wenn sie also nach Regen wenigstens in den grossen Poren bald abtrocknen. Bleibt der Humus dauernd benetzt, wie es in Torfmooren der Fall ist, so zeigt er ein gänzlich anderes Verhalten. Der Gehalt an Sauerstoff ist dann gering, die Oxydation beschränkt und die Vermehrung der Spaltpilze ziemlich reichlich.

Die im Boden entstehenden Spaltpilze sind ungleicher Natur. Die einen sind Miasmenpilze und erzeugen theils Wechselfieber, theils miasmatische Disposition für Cholera, Typhus etc.; die andern sind gewöhnliche Spaltpilze, welche entweder ammoniakalische Fäulniss oder Milchsäurebildung oder andere Zersetzungen bewirken. Leider wissen wir noch sehr wenig über die Verschiedenheiten derselben und über die Bedingungen, unter denen sie sich bilden. Es mangelt uns daher noch jede Vorstellung über die Bodenbeschaffenheit, welche die einen

oder andern hervorbringt. Wir können nur mit grösster Wahrscheinlichkeit annehmen, dass eine Stelle im Boden, in welcher Fäulniss stattfindet, keine Miasmenpilze hervorbringt, und dass daher den Fäulnissprocessen nicht die hohe Gefährlichkeit zukommt, die man ihnen gewöhnlich zuschreibt. Ich erinnere hiebei an die Thatsache, dass die Natur der Spaltpilze durch die äusseren Verhältnisse bedingt wird, sowie an den damit zusammenhängenden Umstand, dass die Infectionsstoffe durch Fäulniss in kurzer Zeit zerstört werden.

Die Ansteckungskeime, die sich im Boden bilden, sind unschädlich, solange sie daselbst verbleiben. Sie werden erst gefährlich, wenn sie in die Atmosphäre und auf diesem Wege möglicher Weise in den Körper gelangen. Ich habe bereits früher über die Verbreitung der Spaltpilze in die Luft gesprochen und gezeigt, dass dieselbe unmöglich ist, solange die sich zersetzende Substanz und die Spaltpilze im nassen Zustande verbleiben. Diess gilt nun auch von einem benetzten Boden und zwar in erhöhtem Masse, da die Luftströmungen hier viel schwächer sind. Aus demselben können keine schädlichen Keime, wenn er deren auch noch so viele enthält, in die Atmosphäre gelangen.

Obgleich diess zum voraus mit vollkommener Sicherheit feststand, so habe ich es gleichwohl noch durch Versuche bestätigt, die schon oben angeführt wurden. (S. 109.) Ich habe auch, um die Bodenverhältnisse möglichst genau nachzuahmen, durch Kies und durch Sand, der mit faulender Flüssigkeit benetzt war und grosse Mengen von Spaltpilzen enthielt, Luft durchstreichen lassen. Der Luftstrom war viel lebhafter, als er es je im Boden ist, und dennoch vermochte er niemals Spaltpilze mit sich fortzuführen. (S. 111.)

Ein nasser Boden ist unter keinen Umständen, solange er nicht austrocknet, mit Rücksicht auf Infectionsstoffe gefährlich, mag das ihn durchdringende Wasser noch so unrein sein. Es kann selbst mit absoluter Gewissheit behauptet werden, so paradox es auch klingt, und so sehr es mit der allgemein verbreiteten Meinung im Widerspruch steht, dass ein bis an die Oberfläche mit Abtrittflüssigkeit benetzter Boden keine Ansteckungskrankheiten zu verursachen vermag. Wenn er der Gesundheit nachtheilig ist, so geschieht es nur, insofern er durch widerwärtigen Geruch die Nerven unangenehm berührt.

Die Ansteckungsstoffe können also erst nach dem Austrocknen

vom Boden sich trennen und in die Luft gelangen. Um uns bestimmte Vorstellungen über diesen Vorgang bilden zu können, müssten wir zwei Umstände kennen, die Adhäsion, mit welcher die trocknen Keime an den Bodentheilchen festhängen, und die Luftströmungen im Boden. Für beides mangeln noch directe Erfahrungen und Versuche, und wir sind auf das beschränkt, was sich aus anderweitigen Thatsachen schliessen lässt.

Was die Adhäsion der Spaltpilze an den Boden betrifft, so verweise ich auf das früher Gesagte (S. 113). Von Wichtigkeit ist, dass dieselben aus einer Flüssigkeit (Sumpfwasser, Grundwasser) eintrocknen, welche äusserst wenig lösliche Stoffe enthält, und dass sie somit nicht durch ein Klebmittel festgehalten werden. Die trocknen Spaltpilze haften nur lose an den Humus-, Lehm- und Sandpartikeln und an den Steinen im Boden, sowie an den Schlammtheilen und den Pflanzen ausgetrockneter Sümpfe.

Was die Luftströmungen im Boden betrifft, so sind dieselben zwar nicht direct beobachtet; aber es giebt verschiedene Ursachen, welche sie hervorbringen müssen, und wir können mit Gewissheit sagen, dass sie vorhanden sind. Eine Ursache jedoch, an die man vielleicht zunächst denken möchte, der Umstand nämlich, dass im Boden Gase aus der Atmosphäre absorbirt und dafür andere frei werden, welche in die Atmosphäre entweichen, kann sofort als unwirksam beseitigt werden; denn die dadurch hervorgerufenen gegenseitigen Strömungen bedingen bloss Diffusionsbewegungen. In dem Boden verschwindet Sauerstoff und es tritt dafür Kohlensäure auf. Da ein Volumen Sauerstoff beim Verbrennen ein gleiches Volumen Kohlensäure liefert, so geht aus diesem Process weder eine Vermehrung noch eine Verminderung der Bodengase hervor. Das Resultat wird nicht gestört durch den Umstand, dass ein Theil des Sauerstoffs auch zur Bildung von Wasser (durch Oxydation von Wasserstoff) verwendet und dass ein Theil der Kohlensäure vom Wasser absorbirt wird.

Diese chemischen Vorgänge im Boden haben also nur eine Diffusion von Gasen zur Folge, indem Sauerstoff in den Boden eindringt und Kohlensäure denselben verlässt. Ein wirksamer Massenstrom, welcher staubförmige Körperchen fortführen würde, könnte durch die Zersetzungen im Boden nur dann entstehen, wenn dabei viel Gas (Kohlensäure) frei würde, wie diess vorzüglich bei Gährungsprocessen der Fall ist. Im Boden finden aber keine eigentlichen Gährungen

statt; es mangeln in demselben die Verbindungen, welche durch Hefenwirkung zersetzt werden.

Massenströme der Grundluft werden durch alle diejenigen Umstände verursacht, welche die Spannung der Grundluft in einen Gegensatz zu derjenigen der Luft über dem Boden bringen. Wir können folgende Ursachen als wirksam betrachten.

1) Die oberflächlichen Schichten des Bodens haben periodisch eine ungleiche Temperatur. Am Tage werden sie durch die Sonne erwärmt; in der Nacht geben sie durch Ausstrahlung viel Wärme ab. Der Boden athmet daher in 24 Stunden einmal aus und ein; es sind analoge, regelmässig wechselnde Luftströme, wie sie an Meeresküsten und in der Nähe von Gebirgen vorkommen. Diese täglichen Athemzüge wirken aber nur auf eine geringe Tiefe (in Mitteleuropa etwa 1 Meter); sie werden nur wenig durch den Umstand unterstützt, dass, wenn in den oberflächlichen Bodenschichten die Temperatur sich nachts sehr erniedrigt (in unserem Klima im Sommer ausnahmsweise selbst bis auf 0 Grad), die kalte schwere Luft in den Boden sinken und die wärmere Grundluft dafür in die Höhe steigen und den Boden verlassen muss.

2) Der Regen, welcher auf die Erde fällt, kann in zwei Beziehungen Luftströmungen im Boden bewirken. Einmal dringt das Wasser in den Boden ein und verdrängt einen grösseren oder kleineren Theil der Grundluft, welche in die Atmosphäre entweicht. Diese ausströmende Luft ist wenig gefährlich, wenn der Boden schon vor dem Regen feucht war, oder wenn er durch langsamen Regen allmählich und gleichmässig benetzt wird. Dagegen kann sie die trocknen Spaltpilze leicht in die Atmosphäre bringen, wenn, wie das namentlich unter den Tropen vorkommt, ein heftiger Platzregen auf einen ganz dürren Boden fällt. Es geschieht dann das Nämliche, was wir beobachten, wenn Wasser auf trocknen Sand oder Mehl gegossen wird. Dasselbe benetzt den Sand nur schwer, und statt in denselben einzudringen, fliesst es ab. So geht auch in dem dürren Boden das Regenwasser durch Spalten und grössere Kanäle in den Untergrund und lässt den grössten Theil des Bodens unbenetzt; es verdrängt nun die Grundluft, indem es von unten in die Höhe steigt. Wir können dieselbe Beobachtung auch in unserem Klima machen, wenn nach langer Dürre das erste Gewitter eintritt.

Der Regen bewirkt ferner durch die erfolgende Verdunstung Luft-

strömungen. Diese sind besonders dann gefährlich, wenn ein kurzer Regenguss oder ein auf dürren Grund fallender Platzregen bloss die Oberfläche benetzt, sodass auch die Verdampfung nur dort statthat; die durch die Verdunstungskälte abgekühlte Luft sinkt, wie diess schon bei der Temperaturerniedrigung durch Ausstrahlung der Fall war, in die Tiefe und verdrängt die wärmere Grundluft.

3) Eine fortdauernde Ursache von Strömungen in den Boden und aus demselben bilden die Veränderungen des Luftdruckes. Es versteht sich, dass mit dem Steigen des Barometers Luft in den Boden gepresst, mit dem Fallen desselben Luft aus demselben gezogen wird. Indess können die Wirkungen nur bei sehr starken Barometerschwankungen bemerklich werden.

4) Eine andere ebenfalls beständig thätige Ursache sind die Winde, weil dieselben die Spannung der Luft an der Erdoberfläche bald in positivem bald in negativem Sinne verändern. Durch sie wird also bald ein Druck bald ein Zug auf die Bodenluft ausgeübt, bald ein Einströmen bald ein Ausströmen bewirkt. Es kommen hier nur die lokal beschränkten Winde an der Erdoberfläche in Betracht, welche unabhängig vom allgemeinen Barometerstand die Grundluft beeinflussen.

5) Ein in gebirgigen Gegenden bei geeigneter Bodenbeschaffenheit nicht unwirksames Moment dürfte in dem Herabgleiten einer kälteren Luftschicht auf einer von porösem Kies überlagerten dichten Schicht oder Grundwasserfläche gefunden werden. Ich erinnere zum Vergleich an die sogenannten Windlöcher am Fusse von manchen Bergen, aus denen kalte Luft ausströmt. Es sind die Ausgänge von spaltenförmigen Kanälen, die höher oben am Berge einmünden. In die obere Oeffnung dringt die kältere Luft ein, sinkt vermöge ihrer Schwere nieder und strömt unten aus.

Etwas Aehnliches muss nun mehr oder weniger in jeder geneigten porösen Bodenschichte eintreten. Denken wir uns z. B. einen kiesigen Untergrund, der auf einer Lehmschicht aufliegt. Die letztere lehnt sich an einen Berg an und hat ein bestimmtes Gefälle. Die mittlere Temperatur des Bodens nimmt im Sommer von der Oberfläche abwärts ab. Die Bodenluft über der Lehmschicht ist kälter und daher auch schwerer als die der Atmosphäre; sie muss sich in abwärts gleitender Bewegung befinden, und sie muss unten an den Stellen, wo die geringsten Widerstände sich befinden, ausströmen wie die Luft aus einem Windloch.

Auf der von Kies überlagerten Lehmschicht befindet sich gewöhnlich

das Grundwasser, ein langsam fliessender seeartiger Wasserstrom, der von den höher liegenden zu den tiefern Stellen sich bewegt und hier oft als Quellen zu Tage tritt. Wie das Grundwasser verhält sich die auf demselben ruhende kalte Luftschicht, beide sind im Abwärtsgleiten begriffen. Die Strömung des Grundwassers ist unabhängig von der Temperatur, sie wird bewirkt durch den Ueberschuss seines spezifischen Gewichts über das der Luft. Das Abwärtsfliessen der kalten Bodenluft wird bedingt durch den Ueberschuss ihres spezifischen Gewichts über das der wärmeren Luft der Atmosphäre. Auf die Bewegung des Grundwassers wirken daher viel stärkere Kräfte ein; dagegen hat die Bewegung der Bodenluft geringere Reibungswiderstände zu überwinden.

Die Anwesenheit von Grundwasser dient dazu, die Temperatur der Bodenluft noch mehr zu erniedrigen, als es die Entfernung von der Bodenoberfläche verlangt, wegen der Verdunstung, die fortwährend an seiner Oberfläche stattfindet. In München hat das Grundwasser und die unmittelbar darüber befindliche Bodenluft eine ziemlich gleichbleibende Temperatur von 10° C.

Je tiefer die Lehmschicht oder das Grundwasser unter der Bodenoberfläche sich befinden, um so mehr zeigen sie eine gleichbleibende Temperatur, um so kälter erscheinen sie im Sommer, um so wärmer im Winter gegenüber der Lufttemperatur. Im Winter findet daher die entgegengesetzte Bewegung der Bodenluft statt. Sie strömt jetzt bergwärts, während das Grundwasser wie immer zu Thal geht.

6) Die wirksamste, wenn auch nur an sehr beschränkten Stellen vorhandene Ursache für Luftströmungen des Bodens sind die Wohnhäuser. Dieselben haben eine höhere Temperatur als die Bodenluft, an welche sie mit ihren Fundamenten grenzen. Die Differenz steigt namentlich im Winter auf eine sehr beträchtliche Höhe. Das Haus verhält sich daher wie ein erwärmter Kamin. Die warme Luft steigt in demselben nach oben und geht zum Dach hinaus, während von unten kalte Luft zuströmt, und diese wird um so eher aus dem Boden gesaugt, je dichter die Mauern und je besser der Verschluss von Thüren und Fenstern ist.

Es giebt also verschiedene Ursachen für die Luftströmungen im Boden; dieselben wirken bald zusammen, bald heben sie sich theilweise auf. Sie bedingen eine vermehrte oder verminderte Spannung der Grundluft und infolge derselben ein Aus- oder Einströmen. Das

Aus- und Einströmen findet nicht überall in gleicher Weise statt, sondern vorzugsweise an denjenigen Stellen, welche den geringsten Widerstand darbieten. Wenn die Grundluft sich irgendwo ausdehnt, so folgt daraus nicht, dass sie auch dort den Boden verlässt, sondern sie fliesst in der Richtung ab, wo sie sich am leichtesten Bahn bricht, und strömt vielleicht in ziemlicher Entfernung da aus dem Boden, wo die Communikation mit der Atmosphäre am leichtesten erfolgt. Den nämlichen Weg nimmt die in den Boden zurückströmende Luft.

Einen besonderen Widerstand bietet dem Durchgange der Luft die den Boden bedeckende Humusschicht wegen ihrer feinporigen Beschaffenheit und weil ihr Feuchtigkeitsgehalt häufig den der unterliegenden Schichten übertrifft, da sie zunächst den Regen und Thau aufnimmt, das Wasser energischer zurückhält und den Wasserdampf besser verdichtet als sandiger Boden. Die Humusdecke wird also im Allgemeinen die Luft schwerer, und wenn sie benetzt ist, gar nicht durchlassen. In einem kiesigen Boden wird daher die Grundluft unter dem Humus vorzugsweise in horizontaler Richtung sich bewegen und an Stellen heraustreten, wo die Humusschicht mangelt und wo die tieferen Bodenschichten zu Tage treten, wie z. B. in Kiesgruben, in den Fundamenten der Häuser.

Ueber die Geschwindigkeit der im Boden befindlichen und denselben verlassenden Luftströmungen wissen wir nichts. Sie wird im Allgemeinen gering sein; jedoch muss in vielen Fällen, besonders wenn eine grössere Luftmenge durch enge Bahnen zu gehen gezwungen ist, die Geschwindigkeit sich auf einen beträchtlichen Grad steigern. Uebrigens hat die Bodenluft auch nur die allerkleinsten und leichtesten Stäubchen fortzutragen. Die Miasmen bestehen aus einzelnen Spaltpilzen, ohne anhängende andere Stoffe; und da die kleineren trocknen Spaltpilze nicht schwerer sind als $\frac{1}{30\,000\,000\,000}$ Milligramm (in Vergleich mit ihnen sind die Sonnenstäubchen wahre Kolosse), so lässt sich nicht daran zweifeln, dass auch schon die mittelstarken Ströme der Grundluft ausreichen, um sie von den Bodentheilchen loszutrennen und fortzutragen.

Man sollte denken, dass sich auf experimentellem Wege ermitteln liesse, welche Geschwindigkeit der Luftströmung erforderlich ist, um trockne Spaltpilze aus einem Boden fortzuführen. Bis jetzt ist es mir nicht möglich gewesen, die Bedingungen in richtiger Weise herzustellen. Ich habe folgende Versuche gemacht: In mehrfach ge-

bogenen Glasröhren, wie sie zu anderweitigen Experimenten gedient hatten und wie sie beistehende Abbildung zeigt, war der Schenkel a — a′ mit Sand oder Kies gefüllt, während die untere Biegung b — b

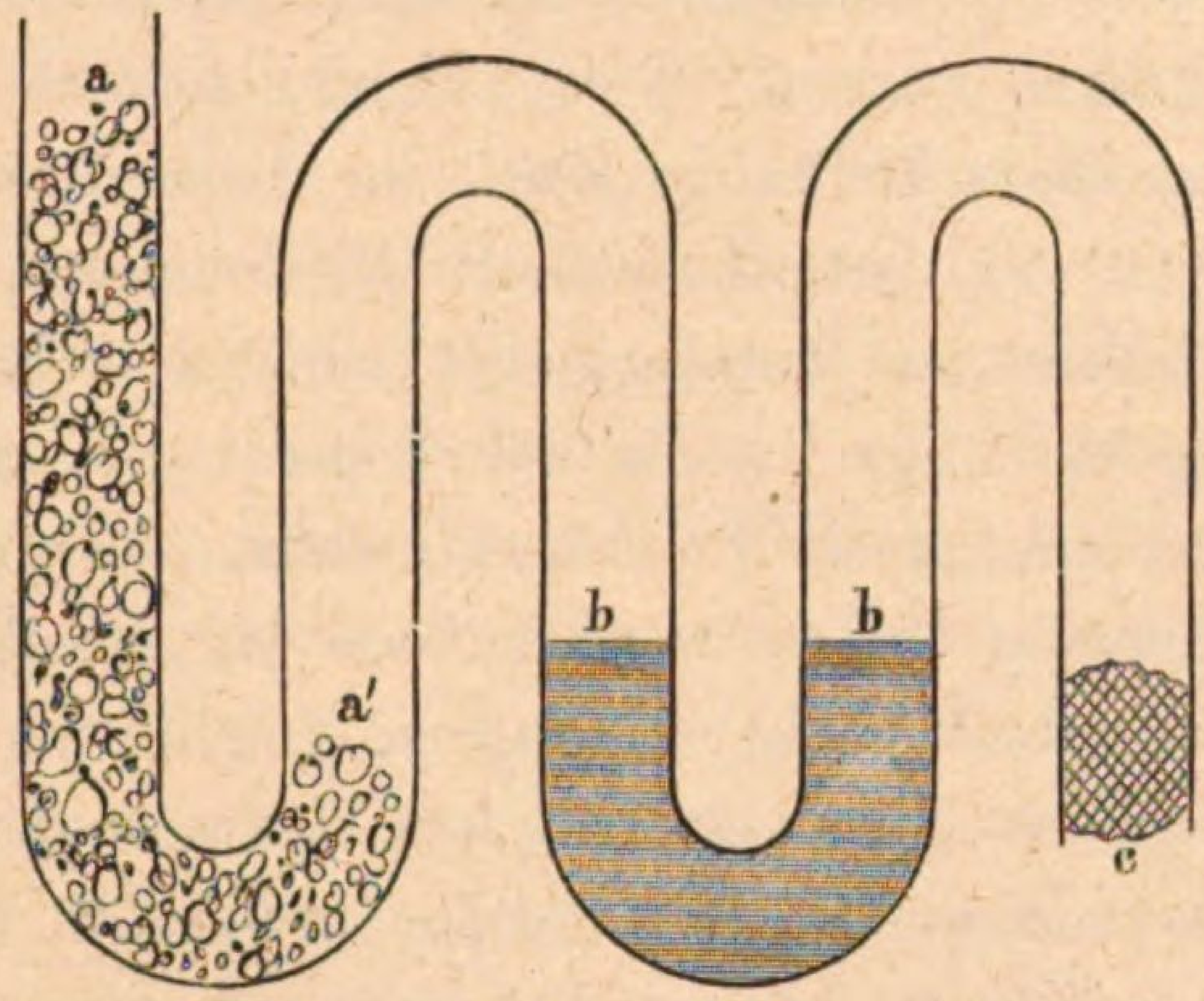


Fig. 6.

eine Nährflüssigkeit enthielt und das Ende c mit einem Baumwollpropf verschlossen war. Der ganze Apparat und somit auch die Nährlösung b — b war durch Auskochen im Dampftopf pilzfrei gemacht worden. Dann wurde der Kies a — a mit faulender, reichliche Spaltpilze enthaltender Jauche getränkt, nachher vollkommen trocknen gelassen, und nun Luft durch den Apparat in der Richtung von a nach c gezogen. Die Nährflüssigkeit b — b blieb unverändert, ein Beweis, dass die durchströmende Luft ihr keine Spaltpilze zugeführt hatte.

Hier ist nun aber der Umstand zu beachten, dass die faulende Flüssigkeit wie immer eine ziemliche Menge von colloiden organischen Verbindungen enthielt, welche beim Eintrocknen die Spaltpilze mit einer zähen, wenn auch noch so dünnen Kruste an die Sandtheile fest leimen mussten. Dazu kommt noch, dass diese klebrige Masse bei a′ nicht gänzlich austrocknen konnte, weil sie hier beständig mit einer wasserdampfgesättigten Atmosphäre in Berührung war. Die eben angeführten Versuche können also über die vorliegende Frage keinen Aufschluss geben.

Das Entweichen der Spaltpilze aus dem Boden in die Atmosphäre hängt nicht bloss von der Energie der Luftströmungen, von der Adhäsionskraft und dem Gewicht der Spaltpilze, sondern auch von der Beschaffenheit der Poren in den Bodenschichten ab. Es ist selbstverständlich, dass Stäubchen durch einen Luftzug unter übrigens gleichen

Umständen um so sicherer fortgeführt werden, je weiter die Poren sind. In einer Masse mit sehr engen Zwischenräumen laufen sie Gefahr, da und dort hängen zu bleiben. Eine feinporige Schicht kann also als Filter wirken, indem die Pilze mehr oder weniger vollständig darin zurückgehalten werden. Feiner Sand, besonders aber Humus und Lehm zeigen diese Wirkung, wenn ein Strom der Bodenluft, der keinen andern Ausweg hat, durch sie hindurchgehen muss. Ebenso verhält sich jede benetzte Bodenschicht; selbst eine grobe Kiesschicht von 20 Cm. Dicke fängt, wenn sie benetzt ist, aus der durchstreichenden Luft alle, auch die feinsten Stäubchen auf.

Die Vorgänge im Boden werden, wie wir gesehen haben, vorzüglich von der zeitlichen und räumlichen Vertheilung des Wassers in demselben bedingt. Nur in dem benetzten Boden entstehen Spaltpilze, nur aus einem trocknen Boden entweichen sie in die Luft. Man könnte nun, so sehr auch der soeben ausgesprochene Satz einleuchtet, doch über die Anwendung desselben im Zweifel sein; man könnte erwidern, der Boden, namentlich der über dem Grundwasser befindliche, sei eigentlich in der Regel weder nass noch trocken, sondern feucht, und fragen, wie es sich denn mit dem feuchten Boden verhalte. Ich habe den Ausdruck „feucht" vermieden, weil derselbe in verschiedener Bedeutung gebraucht wird, nämlich bald für den Gehalt an tropfbarflüssigem Wasser, bald für den Gehalt an Wasserdampf. Es kommt aber für die Frage, ob Spaltpilze von der Luft fortgeführt werden, bloss darauf an, ob die Bodentheilchen benetzt sind oder nicht; eine feuchte mit Wasserdampf fast gesättigte Luft, die sich nicht zu Wasser verdichtet und die Oberfläche der festen Körper nicht benetzt, verhält sich mit Rücksicht auf den Transport staubförmiger Körperchen wie eine trockne.

Gleichwohl ist der Gehalt der Grundluft an Wasserdampf nicht ohne grosse Bedeutung, weil davon die Verdichtung zu Wasser bei Temperatur-Erniedrigungen und die Verdunstung des Wassers beim Steigen der Temperatur bedingt wird. Die verschiedenen Böden werden sich in dieser Beziehung ganz ungleich verhalten, und es lässt sich kaum etwas allgemein Gültiges aussprechen. Da es aber doch von hoher Wichtigkeit ist, sich eine klare Vorstellung von den Feuchtigkeitsverhältnissen unter der Erdoberfläche zu machen, so will ich beispielsweise den Münchner Boden, welcher als Typus für einen Kiesboden mit Grundwasser gelten kann, etwas eingehender betrachten.

Der auf der undurchlässigen (tertiären) Flinzschichte ruhende Kies ist bis zu einer gewissen Höhe mit Grundwasser erfüllt. Dieser inundirte (überschwemmte) Theil erreicht eine Mächtigkeit bis zu 12 Meter; der darüber liegende trockne Theil hat eine Höhe von 1 bis über 10, meistens von 3 bis 6 Meter. Unmittelbar über dem Spiegel des Grundwassers ist der Kies in einer dünnen Schicht capillar benetzt. Ueber dieser Schicht ist er trocken, d. h. die Steine haben nicht benetzte (also trockne) Oberflächen. Man macht sich nun häufig die irrige Vorstellung, die Grundluft sei, weil über einer Wasserfläche stehend und von der atmosphärischen Luft abgeschlossen, mit Wasserdampf gesättigt, und desswegen könne der Boden nicht trocken genannt werden.

Um den Wassergehalt des Bodens richtig zu beurtheilen, müssen wir zuerst von dem hypothetischen Fall ausgehen, Atmosphäre und Boden besässen eine constante Temperatur, sodass der Temperaturwechsel keine Störungen verursachte. Bei der vorausgesetzten constanten Temperatur müsste die Grundluft unmittelbar über dem Grundwasser mit Wasserdampf gesättigt sein; von diesem Punkte an müsste ihre Feuchtigkeit nach oben allmählich abnehmen und die oberflächlichste Schicht nahezu den Wassergehalt der angrenzenden äusseren Luftschicht zeigen.

Nun ist aber die Temperatur keine constante, sondern eine schwankende. Mit jeder Temperatur-Erniedrigung wird Wasserdampf im Boden zu Wasser verdichtet. Je geringer die Temperatur-Erniedrigung, um so mehr beschränken sich die tropfbaren Niederschläge auf die tiefsten Bodenschichten d. h. auf diejenigen mit dem grössten Feuchtigkeitsgehalt. Sehr starke Temperatur-Erniedrigungen können ihre Wirkung auch in den höheren Bodenschichten geltend machen. Der zu Wasser condensirte Dampf zieht sich in jeder Bodenschicht in die kleinsten Capillarräume zurück. Wir finden daher im Boden zwischen den grösseren Steinen mit trockner Oberfläche kleine Anhäufungen von Sandkörnern, die mit Wasser durchdrungen sind. Diese wasserhaltigen Klümpchen von Sand und feinerem Kies werden um so häufiger, je mehr wir uns dem Grundwasser nähern, weil hier mehr Dampf zu Wasser verdichtet wird.

Noch richtiger lässt sich der thatsächliche Bestand so ausdrücken: die mit Wasser gefüllten Capillarräume im Boden nehmen von dem Grundwasser nach der Oberfläche hin an Grösse ab. Nahe an der

Oberfläche sind es nur noch die feinsten Capillarräume, welche tropfbar-flüssiges Wasser zurückzuhalten vermögen.

Die Zunahme und Abnahme des capillaren Wassers im Boden ist übrigens lange nicht so bedeutend, als man es nach den Temperaturschwankungen der atmosphärischen Luft erwarten sollte. Dafür besteht eine doppelte Ursache, einerseits die constante Temperatur des Grundwassers, welche die Temperaturschwankungen im Boden bedeutend mässigt, und anderseits die Correctur, welche durch die Verdunstung des Wassers und die Condensation des Dampfes selbst gegeben ist. Sowie nämlich durch Temperatur-Erniedrigung sich Wasserdampf condensirt, wird Wärme frei; dadurch wird die Temperatur erhöht und eine weitere Condensation unmöglich. Etwas Analoges findet statt bei der Verdunstung, welche auf Temperatur-Erhöhung folgt; die Verdunstung absorbirt Wärme, die Grundluft wird dadurch abgekühlt und eine weitere Verdunstung unmöglich. — Der Gehalt des Bodens an tropfbar-flüssigem Wasser ist also bei weitem nicht den Schwankungen ausgesetzt, die man wohl ohne weitere Ueberlegung voraussetzen möchte.

Der Boden hat, wie aus der vorstehenden Erörterung hervorgeht, von der capillar benetzten dünnen Schicht über dem Grundwasser bis zur Oberfläche überall grössere Räume zwischen den Steinen mit trocknen (d. h. nicht benetzten) Oberflächen. Durch diese Räume streicht die Grundluft und führt staubförmige Körperchen mit sich. Der Wasserdampfgehalt hindert diess nicht; die Staubtheilchen hängen sich in einer mit Wasserdampf gesättigten Luft ebensowenig an eine nicht benetzte Oberfläche an, wie in einer trocknen Luft. Sie lösen sich von einer nicht benetzten Oberfläche bei jedem Wasserdampfgehalt der Luft mit gleicher Leichtigkeit los.

Wir können uns nun eine genaue Vorstellung davon machen, was geschieht, wenn das Grundwasser seinen Stand ändert. Steigt dasselbe, so wird die früher capillar benetzte Schicht unmittelbar über demselben überfluthet, und eine höher gelegene Schicht benetzt sich durch Capillarität. Fällt dasselbe, so trocknen die bisher benetzten Kiestheile durch Verdunstung ab, und es bleibt wieder nur die unmittelbar über dem Grundwasser befindliche Schicht capillar-benetzt. Es geht also die Vertheilung des tropfbar-flüssigen und dampfförmigen Wassers in einen neuen Gleichgewichtszustand über. Wie bald der letztere erreicht sei, wie bald also die relative Austrocknung der

bisher nassen Bodenschicht erfolge, hängt natürlich von verschiedenen äusseren Umständen, namentlich aber von der Durchlüftung des Bodens, somit von der Abfuhr des frei werdenden Wasserdampfes ab. Ich möchte vermuthen, dass in dem Boden von München 8 Tage nach dem Sinken des Grundwassers die hauptsächlichste Abtrocknung erfolgt sei.

Nachdem die Bedingungen erörtert worden sind, unter welchen sich schädliche Keime im Boden bilden und unter welchen sie in die Atmosphäre gelangen, lässt sich nun ziemlich genau angeben, wann ein Boden als gesund oder ungesund zu bezeichnen ist. Da er nicht nur gesund ist, wenn er keine Ansteckungskeime enthält, sondern ebenso gesund, wenn die Keime, die er enthält, ihn nicht verlassen, so muss immer beides ins Auge gefasst werden. Bisher hat man das zweite Moment ganz vernachlässigt; man bezeichnet jetzt allgemein einen Boden, der durch organische Substanzen verunreinigt ist, als ungesund, und man bestimmt sogar den Grad seiner Gefährlichkeit nach dem Masse der Verunreinigung. Dieser Grundsatz fusst weder auf Erfahrung noch auf einer haltbaren Theorie; er ist in mehreren Beziehungen vollständig unrichtig, so sehr, dass sogar der am meisten verunreinigte Boden wieder ebenso gesund ist, als es je ein ganz reiner Boden sein kann[1]).

Wenn man die Bodenverunreinigung für schädlich erklärt, so denkt man sich, dass durch dieselbe die Fäulnissprocesse begünstigt werden, und dass die letzteren es sind, welche den Boden ungesund machen. Dazu muss bemerkt werden, dass die organischen Stoffe nicht immer die Spaltpilzbildung im Boden vermehren, sondern dass sie in grösserer Menge dieselbe durch erhöhte Concentration der Nährlösung selbst beschränken können, wie ich bereits oben gezeigt habe. Sie können überdem durch Absorption von Sauerstoff, welcher für Oxydationen verwendet wird, die Pilzbildung benachtheiligen; Boussingault fand, dass die Luft in einem 9 Tage vorher gedüngten Boden schon $\frac{1}{3}$ Meter

1) Die Theorie der Bodenverunreinigung ist selbst so weit ausgesponnen worden, dass man von Sättigung und Uebersättigung des Bodens spricht. Es sind diess unbrauchbare Vorstellungen, die aus mangelhafter Erkenntniss der Zersetzungsprocesse hervorgingen. Ueberdiess haben Sättigung und Uebersättigung im Leben und in der Wissenschaft eine ganz bestimmte Bedeutung und können sowenig auf den Boden angewendet werden, als man von Sättigung und Uebersättigung der Luft mit Kohlensäure sprechen darf.

unter der Oberfläche die Hälfte des Sauerstoffs verloren hatte. — Ferner sind gerade Fäulnissprocesse nicht das Schlimmste im Boden. Wenn es, was allerdings nur bei sehr reichlicher Verunreinigung der Fall ist, zu wirklicher ammoniakalischer Fäulniss kommt, so bilden sich Fäulnisspilze, und diese sind zwar nicht unschädlich, aber doch ziemlich harmlos im Verhältniss zu den eigentlichen Miasmenpilzen, welche, soviel wir bis jetzt wissen, immer aus einem geruchlosen Boden stammen. — Endlich ist zu erinnern, dass die Verunreinigung, auch für den Fall, dass sie die Bildung von Ansteckungskeimen begünstigt, doch nur dann Gefahr bringt, wenn die Keime aus dem Boden hervorkommen, und letzteres wird sehr häufig gerade durch die verunreinigenden Stoffe erschwert[1]).

Wir ersehen hieraus, dass die so sehr gefürchtete und mit allen Mitteln bekämpfte Bodenverunreinigung sich bald schädlich bald nütz-

1) Die Wirkung der Bodenverunreinigung kann zur Zeit bloss nach den Erfahrungen über das Leben der Pilze beurtheilt werden. Denn so viel der Gegenstand auch besprochen und als Argument benutzt wurde, so wenig ist bis jetzt für die thatsächliche Erforschung durch Bodenanalysen geschehen. Diess ist indess begreiflich, da die bestimmten Vorstellungen, welche dazu veranlassen konnten, mangelten.

In München wurden einige Bodenproben aus der Nähe der Abfuhrkanäle und von andern Stellen untersucht und der Gehalt an organischen Stoffen und an Stickstoff bestimmt. Schlüsse auf die Gefährlichkeit dieser Verunreinigungen, welche damals als sicher vorausgesetzt wurde, lassen sich daraus nicht ziehen. Es wäre sehr wünschbar, wenn eine grössere Zahl solcher Analysen mit Boden von verschiedenen Punkten, aus verschiedener Tiefe und zu verschiedenen Zeiten ausgeführt würde. Sie könnten zu mehrfachen Schlüssen, zunächst in folgender Weise benützt werden.

Die Vergleichung der Typhuserkrankungen mit dem Gange der Grundwasserschwankungen zeigt nicht nur, dass ein Fallen des letzteren eine Vermehrung der ersteren zur Folge hat, sondern auch dass ein gleichgrosses Sinken des Grundwassers um so gefährlicher ist, je niedriger der Stand desselben. Es könnte diess mit der Bodenverunreinigung zusammenhängen, und daher wäre es von Interesse, zu wissen, ob der Boden im Allgemeinen in den tieferen Schichten mehr oder weniger verunreinigt sei. Man sollte zum voraus eher vermuthen, dass die Verunreinigungen wegen besserer Auswaschung durch das Grundwasser nach der Tiefe hin abnehmen.

Es wäre also, um die Aufgabe genau zu formuliren, der mittlere Gehalt an mehr oder weniger löslichen organischen Substanzen und an Stickstoff in drei Bodenregionen zu ermitteln, nämlich 1) in der über den Grundwasserschwankungen liegenden, also niemals inundirten Region, 2) in der oberen Region der zeitweise inundirten Bodenschichten, welche das Sinken des Grundwassers nach dem höchsten Stande trocken lässt, und 3) in der tieferen Region der zeitweise inundirten Schichten, welche durch das Sinken des Grundwassers vor seinem tiefsten Stande trocken gelegt wird.

lich, bald auch gleichgültig erweist. Es ist eben durchaus unstatthaft, in Gebieten, die man in ihren ursächlichen Momenten nicht überblickt, zu verallgemeinern und eine Regel von einem Fall auf einen andern zu übertragen, ohne vorher die Analogie festzustellen. Wenn die Reinlichkeit an unserem Körper zweckdienlich ist, so ist damit noch nicht gesagt, dass sie im Boden uns ebenfalls Vortheile bringe, und wenn sie für einen bestimmten Boden wünschbar ist, so folgt daraus nicht, dass diess für alle Böden gelte. Wir müssen also für jeden einzelnen Fall aus den klimatischen und Bodenverhältnissen und aus den qualitativen, quantitativen und zeitlichen Verhältnissen der Verunreinigung selbst bestimmen, ob dadurch ein nachtheiliger, ob keiner oder ob selbst ein günstiger Erfolg zu gewärtigen ist. Es kann hier nicht die Aufgabe sein, die Untersuchung ins Einzelne auszudehnen; diess wäre ja, bei den zahllosen möglichen Combinationen, ein endloses Kapitel. Ich kann bloss im Allgemeinen die Gesichtspunkte angeben, welche massgebend sind, — wie diess bereits im Vorstehenden geschehen ist und wie ich es im Folgenden noch etwas weiter ausführen will.

Ein Boden ist unschädlich, wenn er keine Spaltpilze enthält, wenn er also sie weder selbst bildet noch von anderswoher durch Strömungen der Grundluft empfängt. Die Spaltpilzbildung unterbleibt aber, wenn der Boden entweder keine Nährstoffe besitzt, indem er frei von organischen Verbindungen ist, oder wenn er fortwährend trocken bleibt. Aus ersterer Ursache kann der bewohnte und mit Vegetation bedeckte Erdboden wohl nirgends mit Sicherheit als spaltpilzfrei betrachtet werden. Die Vegetation bedingt Humusbildung, und wenn eine Humusdecke vorhanden ist, so werden von dem Regenwasser auch humussaure Salze in den Untergrund geführt. Dadurch allein können unter günstigen Umständen schon ansehnliche Mengen von Spaltpilzen gebildet werden, und es wird, wenn es vielleicht Miasmenpilze sind, der Boden gefährlich. Umbruch von feuchtem (nicht eigentlich sumpfigem) Boden, der ausser durch die Vegetation, die er trägt, nicht verunreinigt ist, erzeugt manchmal Malaria. — Da ferner die Grundluft sich ebensowohl in horizontaler als in vertikaler Richtung verbreitet, so sind auch Stellen, die wegen Mangels an Humus und anderer Verunreinigungen selbst keine Veranlassung zur Spaltpilzbildung darbieten, desswegen nicht frei davon. Die Pilze können ihnen von anderswoher zugeführt werden; und es wäre möglich, dass auch die Bodenluft gerade an den humusfreien

Stellen leichter in die Atmosphäre gelangte und die Pilze mit sich hinaus trüge.

Während das Freisein eines Bodens von Infectionspilzen nur selten durch Mangel an Nährstoffen hervorgebracht wird, geschieht diess dagegen häufig durch Trockenheit. Es giebt zwar keine grössere Erdoberfläche, auf die nicht zeitweise Regen fällt. Wenn aber der Boden sehr durchlässig ist und das Wasser abfliesst ohne sich zu Grundwasser zu sammeln, so dauert die Benetzung nach jedem Regenguss allzu kurze Zeit, um Spaltpilze in einiger Menge zu bilden. Während einer längeren Regenzeit aber ist zwar der Boden fortwährend nass; doch ist das Wasser in demselben nicht in Ruhe, sondern geht fortwährend in die Tiefe, und mit dem abfliessenden Wasser gehen auch die darin befindlichen Spaltpilze fort.

Ein poröser steiniger oder sandiger Boden ohne Grundwasser ist daher siechfrei (z. B. die Wüste, der Karst etc.); Humusdecke und Verunreinigungen schaden ihm nicht. Ist aber Grundwasser vorhanden, so ist ein solcher Boden in seinen oberen Theilen (soweit er nicht zeitweise von dem Grundwasser bespült wird) spaltpilzfrei, wenn nicht etwa die Spaltpilze durch die Bodenluft herbeigebracht werden; und ob er schädlich sei oder nicht, hängt dann von der andern Ursache, welche die hygienische Beschaffenheit eines Bodens bedingt, von dem Austrocknen der spaltpilzführenden benetzten Partie und den Luftströmungen ab.

Siechfrei ist auch ein Boden, welcher aus compactem Fels mit einer wenig mächtigen aufgelagerten Decke von Geschiebe, Sand, Lehm, Humus besteht; denn auch in diesem Fall findet baldiges Austrocknen statt. Ist der felsige Untergrund dagegen porös, wie z. B. auf Malta, wo der weiche Sandstein ein Drittheil seines Volumens Wasser einsaugt, wie es der Kiesboden Münchens thut, so kann der Fels so gut wie der Kies durch Grundwasser siechhaft werden.

Der Boden ist aber nicht bloss unschädlich, wenn er keine Infectionsstoffe besitzt, sondern auch wenn er dieselben, sie mögen in grösserer oder geringerer Menge vorhanden sein, zurückhält. Diess kann in zweierlei Weise geschehen, einmal dadurch, dass der ganze Boden oder der spaltpilzführende Theil desselben nass bleibt, und ferner dadurch, dass der Boden gegen die Atmosphäre durch eine gut filtrirende oberflächliche Schicht (Humus, Lehm) abgeschlossen ist. Aus einem nassen Boden können keine schädlichen Keime in die Luft

gelangen. Mögen in demselben noch so grosse Mengen von schädlichen Spaltpilzen entstehen, er bleibt, solange er nicht austrocknet, gerade so harmlos, als ob er ganz rein wäre, wie auch eine Wasserfläche (Meer, See, Fluss) immer unschädlich ist. Desswegen ist ein Sumpf, der den nämlichen Wasserstand behält und somit immer gleich nass bleibt, und ebenso ein Boden mit gleichbleibendem Grundwasserstand vollkommen siechfrei. Es sind diess Eigenschaften des Bodens, die man leicht durch Pegelbeobachtungen und Grundwassermessungen feststellen kann.

Ein pilzführender trockner Boden, der unter andern Umständen schädlich wäre, wird aber auch siechfrei durch eine Humusschicht, besonders wenn auf derselben sich Rasen oder sonst reichliche Vegetation befindet, oder durch eine Lehmschicht. Eine solche Decke filtrirt um so besser und hält die Spaltpilze um so vollständiger zurück, je mächtiger und je feuchter sie ist. Beide Stoffe, Humus und Lehm, haben aber die Eigenschaft, das Wasser festzuhalten und lange feucht zu bleiben; eine Grasnarbe schützt den Humus besonders gut vor dem Austrocknen. Ortschaften, die auf Lehm stehen, sind siechfrei, auch wenn allenfalls unter demselben sich Kies befinden sollte. Es giebt mehrere Beispiele, welche diess bestätigen; auch ein Stadttheil Münchens (Haidhausen) hat strichweise eine oberflächliche Lehmschichte, auf welcher die Häuser stehen, unterhalb derselben folgt trockner Kies, dann Kies mit Grundwasser. Einzelne Häusercomplexe dieses Stadttheiles zeichnen sich in miasmatisch-contagiöser Beziehung (Typhus, Cholera) durch günstige Gesundheitsverhältnisse aus. — Uebrigens ist die Beschaffenheit des Bodens genau zu untersuchen. Es mag vorkommen, dass der Lehm keine grosse Mächtigkeit besitzt, und dass dann Häuser mit tieferen Kellern denselben durchsetzen und auf Kies stehen. So kann leicht die elende Hütte siechfrei und das grosse stattliche Haus daneben siechhaft sein.

Da die Infectionsstoffe nur in Wasser sich bilden und nur im trocknen Zustande in die Luft entweichen, so kann ein Boden nur dann ungesund werden, wenn er zuerst nass ist und nachher austrocknet. Ich will diese Beschaffenheit als „nasstrocken“ (d. h. abwechselnd nass und trocken) bezeichnen, im Gegensatze zu dem beständig trocknen und beständig feuchten Boden.

Der nasstrockne Boden ist immer als verdächtig zu betrachten. Es ist zwar ungewiss, wie viele und welche Spaltpilze, aber sehr wahrscheinlich, dass solche gebildet werden; es ist ferner ebenfalls nicht sicher, aber doch sehr wahrscheinlich, dass dieselben durch Luftströmungen fortgeführt werden. Der nasstrockne Boden ist um so gefährlicher, je mehr Spaltpilze in den nassen Perioden entstehen, und je leichter sie durch starkes Austrocknen und durch lebhafte Bewegungen der Grundluft in die Atmosphäre gelangen.

Für eine zur Spaltpilzbildung ausreichende Benetzung muss das Wasser im Boden stagniren; Regen, welche nur für kurze Zeit benetzen, sind unschädlich. Es muss also ein wirkliches Grundwasser vorhanden sein, entweder ein solches, welches an die Oberfläche reicht und dieselbe sumpfig macht, oder ein unterirdisches; dieses Grundwasser muss ferner steigen und fallen und dadurch einer bestimmten Region des Bodens eine nasstrockne Beschaffenheit ertheilen. Im Allgemeinen ist dasselbe um so weniger gefährlich, je tiefer sein durchschnittlicher Spiegel liegt. Mit der grösseren Tiefe vermindert sich wegen abnehmender Menge an Nährstoffen und an Sauerstoff die Zahl der entstehenden Spaltpilze, und es vermindert sich zugleich die Wahrscheinlichkeit, dass ein bestimmter Procentsatz derselben den Boden verlasse.

Wenn gleichwohl nicht in der oberflächlichen, sondern gerade in tieferen Bodenschichten die ursächlichen Momente einiger Krankheiten (bei uns von Typhus und Cholera) zu suchen sind, so hängt diess möglicher Weise bloss mit dem Bau unserer Wohnungen zusammen. Wir bauen sie nämlich nicht auf den Sumpf, sondern auf eine trockne Stelle, die aber oft über einem unterirdischen Sumpf (Grundwasser) sich befindet. Vielleicht auch bilden die tieferen Bodenschichten, wie ich schon früher angedeutet habe, andere Infectionskeime als die oberflächlichen.

Das Verhalten eines nasstrocknen Bodens tritt uns am deutlichsten entgegen beim Sumpf. Das Grundwasser steigt hier an die Oberfläche; die festen Bodentheile sind Schlamm und Humus, die in allen Verhältnissen vereinigt sein können und eine eigenthümliche Vegetation von Sumpfpflanzen tragen. Die Spaltpilzbildung ist immer sehr reichlich, weil fortwährend Zersetzungsprocesse stattfinden und wenigstens Humussubstanzen im Ueberfluss vorhanden sind. Die nasstrockne Beschaffenheit giebt sich entweder dadurch kund, dass die Bodenoberfläche selbst in einer Zeit des Jahres mit Wasser bedeckt, in einer

andern trocken ist, oder auch dadurch, dass bloss die Sumpfpflanzen, mit denen der beständig überschwemmte Boden bewachsen ist, wegen des wechselnden Wasserstandes bald überfluthet bald trocken gelegt sind; gewöhnlich tritt stellenweise der eine, stellenweise der andere Charakter in einem Sumpfe hervor. Beim Fallen des Wassers bleiben die Spaltpilze vermengt mit Schlammtheilchen auf der abgetrockneten Bodenoberfläche und an den das Wasser überragenden Gewächsen hängen (vorzüglich an Schilf, Binsen und andern Gräsern und Halbgräsern), trocknen aus und werden von Winden fortgerissen.

Von dem Vorrathe an trocknem spaltpilzführendem Schlamm zur Zeit des niedrigen Wasserstandes überzeugt man sich leicht fast in jedem Sumpfe. Der Boden sowie die Stengel und Blätter aller Pflanzen sind bis zu einer gewissen Höhe (dem höchsten vorausgehenden Wasserspiegel) mit einer grauen, gelben oder braunen Kruste überzogen, welche bei starker Luftbewegung besonders von den Pflanzen sich stellenweise ablöst, indem sie zerbröckelt und theilweise als Staub fortfliegt. Noch schlimmer als dieser Schlammstaub sind die unsichtbaren Stäubchen, die bloss aus Spaltpilzen bestehen und von den trocknen Oberflächen, denen sie lose anhaften, leicht weggeblasen werden. Es ist gar nicht anders möglich, als dass die Luft über einem derartigen Sumpfe zeitweise mit einer verhältnissmässig grossen Menge von Miasmenpilzen beladen wird, und wir begreifen die sichere und verderbliche Wirkung auf diejenigen, welche diese Luft einathmen müssen.

Rücksichtlich des Sumpfbodens gelten zwei allgemeine Regeln, 1) dass derselbe siechfrei ist, wenn er einen gleichbleibenden Wasserstand hat, und dass er nur durch periodisches Austrocknen siechhaft wird, 2) dass ein Sumpfboden mit wechselndem Wasserstande nach dem Steigen des Grundwassers unschädlich, nach dem Fallen desselben (resp. nach dem Austrocknen) gefährlich ist. Die Erfahrung bestätigt vollkommen die Forderungen der Theorie.

Ein sehr lehrreiches Beispiel bieten uns die Seen, namentlich solche mit geringer Wassertiefe dar. In ihnen entstehen oft grosse Mengen von Spaltpilzen theils aus faulenden Pflanzen und Thieren, theils aus den reichlich vorhandenen Humusverbindungen. Der Wasserstand ist ein wechselnder wie im Sumpf; aber beim Sinken desselben werden nur schmale Strecken längs des Ufers trocken gelegt, deren Flächeninhalt zu gering ist, um eine schädliche Wirkung auszuüben. Seen

gehören bekanntlich zu den gesundesten Gegenden. Ihre Ufer werden nur dann ungesund, wenn sie auf grössere Strecken flach sind und wirklichen Sumpfcharakter mit wechselndem Wasserstand, also nasstrockne Beschaffenheit annehmen.

Einen andern noch interessanteren Fall einer fieberfreien Gegend finden wir an solchen Küsten, wo bei der Ebbe der flache Meeresboden stundenweit trocken wird, wie das z. B. an der Nordseeküste von Holstein und Schleswig der Fall ist. Was zur Fluthzeit Meer war, ist während der Ebbe eine unabsehbare Wiese, mit Seegras und Tangen (Fucus) bewachsen. Hier findet nun Spaltpilzbildung in reichlichster Menge statt; theils sind es Fäulnisspilze, wie auch der oft starke Geruch die Fäulniss verräth, theils sind es Miasmenpilze, wie sie sich ja auch in den zeitweise vom Meerwasser bespülten Sümpfen tropischer Gegenden so massenhaft bilden. Dieser Meeresboden hat also die ausgesprochensten Eigenschaften eines siechhaften Sumpfes bis auf einen einzigen, aber entscheidenden Punkt. Im Sumpfe wechselt der hohe und niedere Wasserstand ein oder zwei Male im Jahr; es ist daher alle Gelegenheit zu länger dauerndem und vollständigem Austrocknen gegeben. Der Meeresboden dagegen wird zweimal täglich überschwemmt; und da das Meerwasser ohnehin wegen seines Salzgehaltes den letzten Rest Wasser nicht leicht verdunsten lässt, so ist ein Austrocknen auch nur der kleinsten Partieen und ein Entweichen der schädlichen Keime in die Luft unmöglich.

Der zeitliche Unterschied in der Gefährlichkeit siechhafter Sumpfgegenden ist überall bemerkbar; er tritt aber selbstverständlich um so deutlicher hervor, je schärfer der Gegensatz zwischen der Zeit der Benetzung und der Zeit des Austrocknens sich kundgiebt, wie diess besonders unter den Tropen der Fall ist. Dort hört die Malaria mit dem Eintritte der Regenzeit auf.

Dass die Erzeugung von Malaria immer von einer vorgängigen Durchtränkung oder Ueberfluthung und nachfolgenden Austrocknung des Bodens bedingt ist, wird übrigens noch durch eine Reihe anderer Thatsachen bewiesen, wo der eigentliche Sumpfcharakter mehr in den Hintergrund tritt. So herrschen unter den Tropen Fieber in Gegenden, deren Boden während der Regenzeit reichlich und auf die Dauer durchnässt wird und in der heissen Jahreszeit wieder austrocknet.

Es giebt ferner sehr feuchten Boden, der theils wegen seiner dichten Vegetation, theils wegen gleichmässigem Wasserzufluss nicht

austrocknet; derselbe wird vorübergehend zur Fiebergegend, wenn er umgebrochen oder sonst trocken gelegt wird. Ebenso kann in ausnahmsweise heissen Sommern Malaria in Gegenden auftreten, wo sie sonst unbekannt ist, weil nun auch die in anderen Jahren feuchtbleibenden oberflächlichen Schichten des Bodens austrocknen.

Während in den beiden letzten Fällen die Fieberluft nur von dem Austrocknen abhängt, weil die Feuchtigkeit normal vorhanden ist, wird sie in andern Fällen, wo Hitze und Trockenheit im Ueberflusse herrscht, durch die Wassermenge bedingt. In trocknen Tropengegenden sind die Fieber um so häufiger und bösartiger, je reichlicher die Niederschläge in der vorausgegangenen Regenzeit waren. Ferner ist es eine allgemeine Erscheinung, dass nach Ueberschwemmungen Malaria auftritt, dass Kulturen, bei welchen die Felder zeitweise unter Wasser gesetzt werden (Reisfelder), leicht Wechselfieber verursachen.

Während uns das Verhalten und die Wirkung der nasstrocknen Beschaffenheit bei den oberflächlichen Bodenschichten deutlich entgegentreten, sind die Erscheinungen eines wechselnden unterirdischen Grundwasserstandes unserer directen Beobachtung entzogen. Wir können aber aus den uns bekannten Bodenverhältnissen mit grösster Gewissheit den Vorgang erschliessen, wie er in Wirklichkeit verlaufen muss.

In einem kiesigen Boden, wie wir ihn beispielsweise in München haben, bilden die Schichten über dem Grundwasser wegen allzugrosser Trockenheit keine Spaltpilze. Diese entstehen bloss im Grundwasser und zwar fast ausschliesslich an der Oberfläche desselben. Wenn das Grundwasser steigt oder wenn es seinen Stand behält, so können keine Infectionsstoffe aus dem Wasser und den benetzten Kiestheilen frei werden. Sinkt dagegen das Grundwasser, so bleibt ein Theil der Spaltpilze in dem Kies hängen und kann, wenn der letztere hinreichend abgetrocknet ist, von den Luftströmen des Bodens in die Atmosphäre geführt werden. — So wie in dem Münchener Boden werden sich die Verhältnisse überall da gestalten, wo in einem sehr porösen (sandigen, kiesigen, felsigen) Untergrunde ein Grundwasser mit wechselndem Stande sich befindet. Der miasmatische Einfluss des Bodens kann bloss nach dem Fallen des Grundwassers und zwar einige Zeit nachher fühlbar werden.

Die Erfahrung eilte hier der Theorie voraus; es ist schon lange unwiderleglich von Pettenkofer und dann von Buhl und von Seidel dargethan, dass in München das Sinken des Grundwassers

eine Disposition für Typhus und Cholera zur Folge hat. Dieser Satz wurde auf rein inductivem Wege, ohne irgend welche theoretische Anregung gewonnen; und es ist um so erfreulicher, dass nun Theorie und Erfahrung auf verschiedenen Wegen zu dem nämlichen Ziele gelangt sind. Auch für mehrere andere Städte hat Pettenkofer den Zusammenhang zwischen Grundwasser und den genannten Infectionskrankheiten wahrscheinlich gemacht, und es ist unzweifelhaft, dass soweit die Verhältnisse die nämlichen sind (wechselnder Grundwasserstand unter einem luftführenden trocknen Boden), auch die Wirkungen die gleichen sein müssen. Darüber hinaus darf aber die Analogie nicht ausgedehnt werden.

Es wäre gewiss ganz unrichtig, wenn man behaupten wollte, dass ein Boden ohne Grundwasser oder ein solcher mit gleichbleibendem Grundwasserstande immer siechfrei, dass ein Boden nach dem Fallen des Grundwassers immer siechhaft sei. Man darf nicht vergessen, dass der Grundwasserstand nur unter bestimmten Voraussetzungen ein Massstab für die miasmatische Gefährlichkeit des Bodens ist, dass aber die nasstrockne Beschaffenheit auch noch in andern Formen sich kundgeben kann.

Wir wissen bloss für einige Fälle bestimmt, in welcher Weise die nasstrockne Beschaffenheit wirkt, nämlich für den gewöhnlichen Sumpfboden und für den trocknen Kiesboden mit Grundwasser. Es geht aber aus den bisherigen mangelhaften Beobachtungen für viele andere Fälle wenigstens so viel hervor, dass die Siechhaftigkeit des Bodens mit Benetzung und mit Wärme oder Trockenheit im Zusammenhange steht.

Ich habe bereits früher angeführt, dass es Tropengegenden giebt, wo regelmässig mit Eintritt der Regenzeit das Wechselfieber aufhört. Das Nämliche müsste überall geschehen, wenn die Bodenverhältnisse und der Verlauf der Regenzeit die gleichen wären. Da diess nicht der Fall ist, da es unter den Tropen, so gut wie bei uns, porösen und nicht porösen Boden, gemischten Boden, wo Kies und Lehm in verschiedener Weise wechseln, solchen mit und ohne Grundwasser giebt, da ferner die Niederschläge der Regenperiode in sehr ungleicher Weise eingeleitet werden und verlaufen (bald als continuirliches Regenwetter, bald als einzelne kurze und heftige Gewitter, mit denen trockne Sonnenwärme abwechselt), so macht sich begreiflich auch die Siechhaftigkeit und Siechfreiheit des Bodens zu sehr verschiedenen Zeiten geltend.

So hat Madras jährlich zwei Cholerazeiten; das eine Minimum trifft mit der grössten Hitze und Trockenheit, dass andere mit der grössten Nässe und der niedrigsten Temperatur zusammen. In den nordwestlichen Theilen Münchens (Agra) fällt das Maximum für die Cholera in die ersten Monate der Regenzeit; die Seuche hört gegen das Ende derselben auf und beginnt im nächsten Jahre einen Monat vor dem Eintritt der Regen. In Calcutta und Bombay tritt die Cholera gegen Ende der Regenzeit am schwächsten, in der trocknen Jahreszeit am stärksten auf.

Wie mit der Cholera verhält es sich mit dem Malariafieber, welches in gewissen Tropengegenden nicht wie sonst nach der Regenzeit, sondern mit Beginn derselben erscheint und in der trocknen Zeit wieder verschwindet.

Alle diese sich scheinbar widersprechenden Erscheinungen lassen sich leicht aus einer verschiedenen Combination der die nasstrockne Bodenbeschaffenheit bewirkenden Factoren erklären; es sind selbst für die einzelne Erscheinung mehrfache Erklärungen möglich, wesshalb es wenig Werth haben würde, darauf näher einzugehen. Sobald die Beobachter auf die massgebenden Factoren achten und dieselben sorgfältig prüfen, wird Manches klar werden, was jetzt noch räthselhaft ist. — Dabei ist zu berücksichtigen, dass es nicht bloss auf Benetzung und Austrocknung der verschiedenen Bodenschichten und nicht bloss auf das Vorhandensein oder Mangeln einer filtrirenden oberflächlichen Schicht (Humus, Lehm) ankommt, sondern auch darauf, ob Strömungen der Grundluft vorhanden sind und wodurch sie hervorgebracht werden. Ein Beispiel mag diess anschaulich machen.

Ich habe bereits früher als eine der Ursachen, welche Luftströmungen aus dem Boden veranlassen, das eindringende Wasser bezeichnet. (S. 165). Dieselbe mag in einzelnen Fällen dazu mitwirken, wenn unter den Tropen der Boden mit dem Eintritt der Regenzeit siechhaft wird. Es ist denkbar, dass nach dem Austrocknen des Bodens die Luftströmungen in demselben fehlen, welche die während des Regens reichlich gebildeten Spaltpilze in die Atmosphäre tragen würden. Die letzteren bleiben also liegen, bis mit dem Beginne der nächsten Regenzeit, die mit einzelnen heftigen Platzregen anfängt, solche Strömungen wieder beginnen, weil die Grundluft von dem eindringenden Wasser und besonders von der in Folge der Verdunstungskälte eindringenden kälteren und schwereren Luft verdrängt wird und die

Malaria- sowie die Cholerakeime in die Atmosphäre entführt. Wenn die Regenzeit in täglichen kurzdauernden Gewittern besteht, zwischen denen der Boden, soweit er sich benetzt, wieder austrocknet, so kann während der ganzen Dauer derselben das Ausströmen der Infectionspilze anhalten. — Auf ähnliche Weise lässt sich vielleicht auch die Beobachtung erklären, dass in Bombay, wo die Cholera sonst mit dem Beginn der Regenzeit abnimmt, nach einigen sehr trocknen Jahren mit dem Eintritt dieser Zeit im Juni zuerst eine beträchtliche Zunahme der Cholerafälle und dann erst mit der Fortdauer der Regen im Juli und August die gewöhnliche Abnahme erfolgt.

Die nasstrockne Beschaffenheit reicht also für sich nicht aus, um einen Boden siechhaft zu machen; es müssen noch die Luftströmungen in demselben vorhanden sein, welche die schädlichen Keime in die Atmosphäre bringen. Ob Grundluft wirklich irgendwo ausströme, ist bis jetzt nicht durch die Beobachtung nachgewiesen; es giebt noch keinen Versuch, durch welchen die Schädlichkeit einer bestimmten Stelle der Bodenoberfläche in dieser Rücksicht geprüft werden könnte. Wir wissen bloss aus Erfahrung im Allgemeinen, dass schädliche Stoffe aus dem Boden kommen, und aus der Theorie, dass mehrfache Ursachen, welche aus- und einströmende Luftbewegungen veranlassen müssen, vorhanden sind. Wir können daher vorerst die Stellen, wo die Grundluft ausströmt, nur nach theoretischen Erwägungen bestimmen.

Die Grundluft hat bald eine grössere bald eine geringere Spannung als die Atmosphäre; bei grösserer Spannung findet ein Ausströmen an denjenigen Stellen statt, die den geringsten Widerstand darbieten. Es vereinigen sich nun alle Umstände dazu, dass diese Stellen gerade die Fundamente unserer Häuser sind, und dass daher die im Boden entstehenden Infectionskeime vorzugsweise in die Lufträume gelangen, in denen wir den grössten Theil des Tages athmen. Der Boden in kultivirten Gegenden ist überall mit einer Humusdecke versehen, welche nur von festgetretenen Wegen, Strassen, Plätzen unterbrochen ist. Diese schwer durchdringliche Oberfläche ist von den Fundamenten der Häuser durchbohrt, welche bei kiesiger Beschaffenheit des Untergrundes gerade dahin reichen, wo die Grundluft am leichtesten zirkulirt, und diese um so mehr anziehen, je mehr das erwärmte Haus als Saugapparat wirkt. Es kann daher die Grundluft aus ziemlicher Entfernung nach einer grösseren Ortschaft sich hinbewegen und daselbst den Ausgang durch die Häuser in die Atmosphäre finden. Sie bringt

die schädlichen Keime, die sie über dem Grundwasser mit sich fortgerissen hat, um so sicherer in die Fundamente, als diese dem Grundwasser mehr oder weniger genähert und somit der Weg durch die in vertikaler Richtung zu durchbrechenden Schichten verkürzt ist.

Wenn die von mir vorgetragene Ansicht richtig ist, dass die Infectionskeime sich an der Oberfläche des Grundwassers bilden, so muss im Allgemeinen ein auf porösem Boden stehendes Haus um so mehr den schädlichen Einflüssen ausgesetzt sein, je geringer der Abstand zwischen seinem Keller und dem Grundwasser ist. Mit der Entfernung von dem Bildungsherd der Spaltpilze nimmt auch die Wahrscheinlichkeit zu, dass die letzteren in den zwischenliegenden Schichten zurückbleiben. Diess gilt natürlich nur unter übrigens gleichen Umständen, wenn nämlich sowohl die Bodenverhältnisse als die Bauart der Häuser vollkommen übereinstimmen. Ausnahmsweise kann wohl ein tiefstehendes Haus durch eine dichtere Bodenschicht geschützt und andrerseits ein hochstehendes durch eine zufällige leichte Communication mit der Tiefe der Infection preisgegeben sein.

Die Richtigkeit der vorhin ausgesprochenen Regel lässt sich in München prüfen, wo die Entfernung der Bodenoberfläche von dem Grundwasser sehr ungleich ist. Letzteres fliesst nach der Isar ab; seine Oberfläche ist nach diesem Flusse hin ziemlich gleichmässig geneigt. Die Bodenoberfläche zeigt die gleiche Neigung, fällt aber nicht gleichmässig, sondern in einigen Stufen ab. Der Boden am Grunde dieser Stufen erweist sich als besonders siechhaft; hier ist der Abstand vom Grundwasser geringer als in den angrenzenden Gebieten, die der Isar etwas näher oder etwas ferner liegen.

Genauere Erhebungen über die Zahl der Erkrankungsfälle bei Typhus- und Choleraepidemieen wurden in den Kasernen Münchens von Dr. Port gemacht. Derselbe hat für drei Typhusepidemieen von grösserer Ausdehnung Folgendes festgestellt:

Der Typhus beginnt, und zwar gewöhnlich im November, in denjenigen Kasernen, welche am tiefsten und zunächst der Isar liegen (alte und neue Isarkaserne); 4 bis 6 Wochen später wird die weiter landeinwärts gelegene Hofgartenkaserne ergriffen, noch etwas später die von der Isar weiter entfernte Türkenkaserne und zuletzt die entfernteste von allen, die Max II.-Kaserne. Die Heftigkeit der Epidemieen zeigt die gleiche Reihenfolge; die zuletzt genannte Kaserne hat bloss wenige Erkrankungsfälle. Diess gilt für die Winterepidemieen, welche

regelmässiger und in heftigerem Grade auftreten. Was die seltener vorkommenden und unbedeutenden Sommerepidemieen betrifft, so bleiben die der Isar zunächst gelegenen (die beiden Isarkasernen) und ebenso die am weitesten von ihr entfernte (Max II.-Kaserne) ganz oder fast ganz verschont, während die Kasernen mit mittlerer Entfernung (Türken- und Hofgartenkaserne) gleichzeitig ergriffen werden.

Bei der Choleraepidemie 1873/74 zeigten sich ganz analoge Verhältnisse. Es kamen vom August 1873 bis April 1874 in den 7 Kasernen Münchens bei einem mittlern Präsenzstand von 6371 Mann 111 Cholerafälle vor, wovon 28 auf die Sommerepidemie (August und September) und 83 auf die Winterepidemie (November bis April) treffen. Sie vertheilen sich folgendermassen auf die einzelnen Kasernen:

	Mittlerer Präsenzstand	Cholerafälle	pro Mille	Höhe über dem Grundwasser
1) Neue Isarkaserne .	862	36	41,7	4,45 M.
2) Hofgartenkaserne .	696	18	25,8	4,20 „
3) Türkenkaserne . .	1949	45	23,1	5,75 „
4) Alte Isarkaserne .	375	6	16,0	6,25 „
5) Max II.-Kaserne .	1697	3	1,7	7.45 „
6) Lehel	538	2	3,7	3,42 „
7) Salzstadel	254	1	3,9	4,35 „

Vergleicht man die 1—5 bezeichneten Kasernen, so erkennt man, dass die Erkrankungen im Grossen und Ganzen mit der höheren Lage über dem Grundwasser an Zahl abnehmen[1]). Die Max II.-Kaserne, deren Bodenoberfläche $7\frac{1}{2}$ Meter von demselben entfernt ist, kann als siechfrei gelten.

Eine Unregelmässigkeit zeigt das Verhältniss der unter 1 und 2 aufgeführten Kasernen, indem die Hofgartenkaserne bei geringerem Abstand vom Grundwasser weniger Erkrankungsfälle aufweist. Es ist dabei jedoch zu berücksichtigen, dass es sich hier nur um die Vergleichung einzelner Gebäude nicht ganzer Stadttheile handelt, und dass dieselbe

1) Es könnte scheinen, als ob dieses Gesetz im Widerspruch stände mit dem oben (Anmerkung auf S. 174) ausgesprochenen, dass die Grundwasserschwankungen in grösserer Tiefe gefährlicher werden. Der Widerspruch besteht in Wirklichkeit nicht. Der Boden ist um so weniger gefährlich, einerseits je mächtiger die Schicht ist, die von dem Grundwasser nie erreicht wird, anderseits je höher die Grundwasserschwankung liegt, d. h. je weniger mächtig die Schicht ist, die von dem Grundwasser überhaupt inundirt wird und jetzt über dem gesunkenen Spiegel desselben trocken liegt.

daher leicht durch besondere Eigenthümlichkeiten, durch einen stellenweise andersartigen Untergrund oder durch lokale Bodenluftströmungen getrübt werden kann. So hat die neue Isarkaserne einen vorzugsweise durch Aufschüttung gewonnenen und daher wohl poröseren Untergrund und in Folge dessen vielleicht eine verhältnissmässig grössere Erkrankungsziffer, als ihr nach dem Abstand vom Grundwasser zukommen sollte.

Der bemerkenswerthe Umstand, dass die Sommerepidemieen in den beiden Isarkasernen ausbleiben, hat, wie ich glaube, offenbar darin seinen Grund, dass der hohe Stand der Isar im Sommer eine Benetzung des Untergrundes in der nächsten Nähe bedingt. Ueber die Ursache, warum die Winterepidemieen in den der Isar näher gelegenen Stadttheilen früher, in den entfernteren später beginnen, lässt sich keine bestimmte Vermuthung aussprechen, solange wir nicht etwas Näheres über die Luftströmungen im Boden im Vergleich mit dem Gang der Grundwasserschwankungen wissen.

Die beiden zuletzt aufgezählten Kasernen (6 und 7) lassen sich nicht mit den andern vergleichen. Sie zeigen bei geringem Abstand vom Grundwasser ausserordentlich günstige Erkrankungsverhältnisse, welche durch die ausnahmsweise Bodenbeschaffenheit erklärt wird. Die Lehelkaserne liegt zwischen zwei Isarkanälen und hat einen mehr und gleichmässiger benetzten Untergrund als die übrigen Kasernen, und die Salzstadelkaserne zeichnet sich ebenfalls durch einen benetzten Boden aus; derselbe ist stark mit Abtrittflüssigkeit verunreinigt.

Fassen wir nun noch die Factoren, welche die Siechhaftigkeit eines Bodens bedingen, in ein Ganzes zusammen, so erhalten wir etwa folgendes Gesammtbild. Die nasstrockne Beschaffenheit der Bodenoberfläche oder der oberen Bodenschichten macht ganze Gegenden ungesund. Die Luft ist hier zeitweise reichlich mit Miasmenpilzen verunreinigt, sie kann, nachdem sie einige Zeit eingeathmet wurde, Fiebererkrankung verursachen. Die Malaria wirkt aber nur so weit, als der Sumpfboden reicht; über seine Grenzen hinaus wird sie allzu verdünnt und dadurch unwirksam. Nur unter besonders günstigen Windverhältnissen überschreitet die Malaria den Rand des Sumpfes auf einer schmalen Zone. Wenn die Bodenoberfläche constant nass oder constant trocken ist (als constant trocken gilt auch, wenn nach Regen

die oberen Bodenschichten bald abtrocknen), so kommt es nie zu Malariabildung.

Die nasstrockne Beschaffenheit der tieferen Bodenschichten (an der Oberfläche des Grundwassers) wird nicht für ganze Gegenden gefährlich, sondern nur für Ortschaften und Häuser. Die Miasmenpilze bilden sich tiefer im Boden nicht in so kolossaler Menge wie an der Oberfläche, und es gelangt davon auch nur ein viel geringerer Procenttheil in die Atmosphäre, in welcher überdiess eine rasche Vertheilung erfolgt. Sie werden daher in freier Luft, wenigstens in unserem Klima, wohl niemals gefährlich. Ihre Wirksamkeit beschränkt sich vorzugsweise auf den Fall, dass die miasmenführende Luft in geschlossene Räume (Häuser, Zimmer) eindringt, wo sie während längerer Zeit eingeathmet wird.

Gesund sind dagegen Häuser und Ortschaften auf dichtem, felsigem oder lehmigem Boden, auf einem bis zur Oberfläche nassen Boden, auf einem Boden mit gleichbleibendem Grundwasserstande oder ohne Grundwasser, oder mit einer sehr mächtigen porösen Schichte über dem Grundwasser, ebenso Wohnungen, die auf Wasser schwimmen. Vollkommen gesichert mussten die Pfahlbauten der Urzeit sein, deren Gebäude von dem Wasser nicht erreicht wurden, während das auf Pfählen stehende, aber ins Wasser gebaute Venedig siechhaft ist; und ebenso gesichert wären auch Wohnungen auf Pfählen am festen Lande.

Es ist schliesslich noch die Frage zu besprechen, wie ein siechhafter Boden unschädlich gemacht werden kann. Diess lässt sich dadurch erreichen, dass man entweder die Bildung der Infectionskeime im Boden oder deren Entweichung in die Atmosphäre verhindert. Die Bildung wird möglicher Weise dadurch gehemmt, dass man die Nährstoffe von dem Boden ausschliesst oder auch dadurch, dass man diesen beständig trocken bewahrt. Das Entweichen unterbleibt, wenn man entweder die infizirten Bodentheile beständig in benetztem Zustande erhält, oder wenn man die Luftströmungen aus dem Boden sei es unterdrückt, sei es durch eine gut filtrirende Schicht gehen lässt. Es giebt somit vier Mittel, den Boden unschädlich zu machen, von denen jedes für sich allein vollkommen ausreichen würde. Aber nicht jedes lässt sich in allen Fällen anwenden und nicht jedes erfordert gleich viel Mühe und Unkosten. Es muss daher für jeden einzelnen Fall

entschieden werden, welches Mittel am leichtesten und sichersten zum Ziele führt.

Das erste Mittel besteht darin, diejenigen Stoffe vom Boden fern zu halten, welche als Nahrung für die Spaltpilze dienen. Wir kommen hier wieder auf die Frage der Bodenverunreinigung, von der ich bereits gesprochen habe, als es sich um die Merkmale eines schädlichen Bodens handelte. Ich habe dort im Allgemeinen bemerkt, dass aus der Verunreinigung mit organischen Stoffen noch nichts geschlossen werden könne, indem dieselbe bald vortheilhaft bald nachtheilig wirke. Es wäre nun hier die Aufgabe zu bestimmen, in welchen Fällen die Verhinderung der Bodenverunreinigung als hygienisches Mittel anzuwenden sei; denn jedenfalls ist diess die einzige Art, wie man allenfalls die Nährstoffe der Spaltpilze dem Boden entziehen könnte.

Die organischen Verunreinigungen von einem Boden oder von Bodenschichten auszuschliessen, welche beständig benetzt sind, hat keinen vernünftigen Sinn; es wird zwar durch dieselben die Spaltpilzbildung wesentlich vermehrt, aber einerseits trifft die Vermehrung wahrscheinlicher Weise nicht die Miasmenpilze, sondern die viel weniger gefährlichen Fäulnisspilze, und anderseits ist die Zahl und Beschaffenheit der sich bildenden Spaltpilze ganz gleichgültig, weil sie ja in dem benetzten Boden bleiben und nicht in die Atmosphäre gelangen. Ebensowenig rationell wäre es, wenn man die organischen Stoffe von einem Boden fern halten wollte, der als beständig trocken gelten kann, der nämlich nur vorübergehend von Regen benetzt wird, aber das Wasser bald wieder abgiebt; denn in einem solchen Boden finden nicht Spaltpilzbildung und Fäulniss, sondern unschädliche Schimmelbildung und Verwesung statt.

Bei nasstrockner Beschaffenheit des Bodens wird jedenfalls die Vermehrung der Spaltpilze durch organische Verunreinigungen stark befördert, und man ist daher zu der Annahme geneigt, dass in Folge derselben nach dem Austrocknen die schädlichen Keime in grösserer Zahl den Boden verlassen. Dabei muss aber wieder berücksichtigt werden, einerseits dass Miasmenpilze in dem während längerer Zeit benetzten Boden und an der Oberfläche des Grundwassers immer entstehen, weil die sie ernährenden Humussubstanzen nebst Ammoniak nie mangeln, und andrerseits, dass es durchaus nicht sicher ist, ob die verunreinigenden organischen Substanzen die Bildung von Miasmenpilzen befördern. Wir wissen sicher, dass die letzteren in manchen Fällen von Humussubstanzen sich nähren, und ebenso, dass in andern

Fällen oft eine leichte Aenderung in der Ernährung auch die spezifische Natur eines Spaltpilzes verändert. Es wäre daher gar nicht unmöglich, dass eine Verunreinigung des oberflächlichen oder unterirdischen Grundwassers um so günstiger wirken würde, je reichlicher sie wäre, indem sie die Vermehrung von Fäulnisspilzen und andern gewöhnlichen Spaltpilzen gegenüber den Miasmenpilzen befördern oder selbst die letzteren in die ersteren umbilden würde.

Ein anderer Punkt, der ins Auge gefasst werden muss, ist der Einfluss, den möglicher Weise die Bodenverunreinigung auf das Entweichen der Spaltpilze in die Luft hat. In dieser Beziehung muss man, um eine klare Vorstellung zu gewinnen, durchaus von bestimmten Bodenverhältnissen ausgehen. Ich wähle als Beispiel einen trocknen porösen Boden mit Grundwasser in der Tiefe wie wir ihn in München haben. Die verunreinigenden Substanzen gelangen zuerst in den trocknen Kies und ein Theil derselben aus diesem ins Grundwasser. In dem Kies können sie sich nach und nach anhäufen. Sind sie nur in geringer Menge vorhanden, so werden sie die Durchlässigkeit des Bodens für staubförmige Körperchen vielleicht wenig beeinträchtigen; es ist aber einleuchtend, dass der Boden um so unwegsamer und die Pilze um so mehr in demselben zurückgehalten werden, je mehr er verunreinigt ist. Denn die organischen Stoffe und die auf ihnen entstehenden Schimmelfäden halten die Feuchtigkeit länger zurück und bilden überdem wegen ihrer feineren Porosität ein besseres Filtrum.

Einmal ins Grundwasser gelangt, werden sich die organischen Stoffe rasch vertheilen. Aber in der vom Grundwasser capillar benetzten Schicht unmittelbar über seinem Spiegel, in welcher nach meiner Ansicht die Spaltpilzbildung vorzüglich von statten geht, kann die Lösung doch eine geringe Dichtigkeit erlangen, sodass nach dem Fallen des Grundwassers beim Eintrocknen eine zwar unendlich dünne Schicht übrig bleibt, die aber doch hinreicht, um die ebenfalls unendlich kleinen Spaltpilze festzukleben. Auch in dieser Beziehung müssen die Verunreinigungen um so vortheilhafter wirken, je massenhafter sie in den Boden gelangen. Denn sie werden um so eher ein Klebmittel abgeben, welches die Spaltpilze verhindert, ihre Wohnstätten mit den schwachen Strömungen der Grundluft zu verlassen.

Aus dem eben Gesagten geht deutlich hervor, dass die Zweckdienlichkeit der Massregeln sehr zweifelhaft ist, welche man jetzt zur Unschädlichmachung des Bodens allein anwendet, für welche man bereits

bedeutende Summen ausgiebt, und welche lediglich die Verunreinigungen zu verhüten beabsichtigen. Nach der jetzigen Einsicht in die Physiologie der niederen Pilze ist es sehr wohl möglich, aber doch nicht sicher, dass eine geringere Verunreinigung eines nasstrocknen Bodens schädlich wirkt, aber es ist sehr wahrscheinlich, dass eine starke Verunreinigung eher günstige Folgen hat. Jedenfalls ist die Verhütung der Bodenverunreinigung das unsicherste Mittel von allen, und bis Theorie und Erfahrung mehr Aufklärung gebracht haben, sollte dasselbe bei irgend welchen Massregeln nur das unbedeutendste Moment in der Wagschale der Entscheidung abgeben.

Das zweite Mittel, um den siechhaften Boden unschädlich zu machen, besteht darin, ihn trocken zu legen. Unter „trocken" soll dabei nur verstanden werden, dass die Bodentheilchen nicht mehr benetzt sind, dass der verminderte Feuchtigkeitszustand nur noch das Wachsthum der Schimmelpilze, nicht mehr dasjenige der Spaltpilze gestattet. Ebenso verlangt die Trockenlegung nicht etwa, dass Benetzungen überhaupt nicht stattfinden, sondern bloss, dass sie vorübergehend seien.

Dieses Mittel ist für sich vollkommen ausreichend, wenn der Boden in der ganzen Tiefe bis auf eine undurchlässige lehmige oder felsige Unterlage ausgetrocknet werden kann. Ist diess nicht möglich, werden bloss obere Schichten entwässert, indess die tieferen eine nasstrockne Beschaffenheit behalten, so wird die Siechhaftigkeit durch Wegrücken des Uebels in grössere Entfernung vermindert, aber nicht beseitigt.

Das dritte Mittel, nämlich die beständige Nasshaltung des Bodens oder wenigstens seiner infizirten Theile kann neben der Trockenlegung wohl als die wirksamste und sicherste, zugleich auch als die am leichtesten ausführbare unter den hygienischen Massregeln bezeichnet werden. Sie wurde bis jetzt gar nicht als solche gewürdigt; vielmehr suchte man gerade die nasse Beschaffenheit als schädlich zu beseitigen. Die Nasshaltung des Bodens gestattet die mannigfaltigste Anwendung und verlangt daher nicht nur eine allgemeine Berücksichtigung, sondern auch eine sehr umsichtige Behandlung.

Am einfachsten und zugleich absolut zweckentsprechend wäre es, wenn man die Benetzung bis zur Oberfläche dauernd bewahren könnte. In der Regel wird diess nicht möglich sein, und man wird sich darauf beschränken müssen, diejenigen Partieen des Bodens, deren Benetzung nicht verhindert werden kann, vor dem Austrocknen zu schützen und somit dafür zu sorgen, dass dieselben beständig in dem nassen Zustande

verbleiben. Eine solche Massregel lässt sich namentlich gegenüber dem steigenden und fallenden Grundwasser anwenden, welches auf einen gleichen Stand corrigirt werden muss. Eine analoge Behandlung müssen ferner Versitzgruben erfahren, welche, wenn man täglich ungefähr gleichgrosse Flüssigkeitsmengen versitzen lässt, beständig den gleichen Bodenraum benetzt erhalten.

Das vierte Mittel, um die Gefahren des nasstrocknen Bodens abzuwenden, besteht in der Unterdrückung oder Unschädlichmachung der aus demselben kommenden Luftströmungen. Es versteht sich, dass die letzteren sich nicht überhaupt verhindern lassen; aber man kann sie an den bestimmten Stellen, wo sie schädlich werden, hemmen oder durch Filtration reinigen. Eine Hemmung der aus dem Boden aufsteigenden Luftströmungen lässt sich zum Schutze der Häuser an deren Grundfläche anbringen. Gegenüber der freien Luft bilden die gepflasterten Strassen, besonders wenn sie feucht erhalten werden, in den Städten einen ziemlich guten Abschluss des Bodens.

Als filtrirende, staubdichte Schichten lassen sich vorzüglich Lagen von Lehm und Humus benutzen. Eine solche Lage unter einem Hause, besonders wenn sie sich im feuchten Zustande befindet, würde dasselbe vollkommen schützen. Wenn es sich darum handelt, unter freiem Himmel eine grössere Fläche vor den schädlichen Aushauchungen des Bodens zu bewahren, so führt das Bepflanzen mit einer dichten Grasnarbe am besten zum Ziele. So wäre auf einem besonders siechhaften Boden ein Rasenplatz als Spielplatz für Kinder, zum Aufenthalt für Erwachsene, als Exercierplatz für Soldaten einem Kiesplatz sicher vorzuziehen, während auf einem siechfreien Boden der Kiesplatz unbestreitbare Vortheile hat.

Ich habe im Allgemeinen die Mittel besprochen, welche angewendet werden können, um einen siechhaften Boden unschädlich zu machen. Die Umstände im Einzelnen müssen entscheiden, welches derselben als das leichteste und sicherste zu wählen ist. Ich will einzelne solcher Fälle besprechen.

Die siechhafte Beschaffenheit eines Sumpfbodens, welcher periodisch austrocknet und Malaria erzeugt, kann durch zwei Massregeln beseitigt werden, durch Herstellung eines gleichbleibenden Wasserstandes und durch Trockenlegung. Die erst genannte Massregel liesse sich oft ausführen; allein wirthschaftliche Gründe verbieten in der Regel ihre Anwendung, da sie den Sumpf mehr zum See macht und daher seinen

Ertrag heruntersetzt. Sie dürfte sich daher nur in besonderen Fällen für Sümpfe von kleinerem Umfange empfehlen.

Die andere Massregel, die auch gewöhnlich angewendet wird, besteht darin, den Wasserstand tiefer zu legen und dadurch die Oberfläche constant trocken und zugleich kulturfähig zu machen. Dabei wird der Boden gewöhnlich nicht bis auf die undurchlässige Schicht, sondern bloss in seinen oberen Schichten ausgetrocknet. Er behält ein Grundwasser mit wechselndem Stande; die nasstrockne Beschaffenheit, welche früher sich an der Oberfläche befand, hat sich in die Tiefe zurückgezogen. Aber die siechhaften Bodenschichten befinden sich jetzt unter der bepflanzten Humusdecke und ihre schädlichen Keime werden in der letzteren zurückgehalten.

Der trocken gelegte und in Kulturland verwandelte Sumpf haucht keine Malaria mehr aus. Aber ein Haus, welches auf demselben steht und dessen Fundament wegen Entfernung der Humusschicht nicht wie die übrige Oberfläche durch eine filtrirende Masse von dem nasstrocknen Untergrunde getrennt ist, kann je nach Umständen die siechhafte Wirkung des letzteren sehr wohl empfinden.

Wenn ein Sumpf auf künstlichem Wege trocken gelegt wird, so vermindert sich sein Wassergehalt in analoger, aber gesteigerter Weise, wie es durch ein Zurückweichen des Wasserstandes in Folge eines ausserordentlich trocknen Jahrganges geschieht. Es ist begreiflich, dass auch analoge, aber gesteigerte Wirkungen eintreten. Die Drainirung eines Sumpfes kann, wenn begünstigende Witterungsverhältnisse mithelfen, eine Epidemie veranlassen, die an Bösartigkeit vielleicht alle früheren übertrifft. Aber es ist die letzte Epidemie, ein letztes Auflodern der miasmatischen Siechhaftigkeit vor ihrem gänzlichen Erlöschen.

Für den ausserordentlich günstigen Erfolg, welchen die Austrocknung der Sümpfe auf den Gesundheitszustand der Anwohner ausgeübt hat, indem eigentliche Fiebergegenden fieberlos gemacht wurden, sprechen manche bekannte Beispiele. Ich erinnere nur an das Linththal zwischen dem Wallensee und Zürchersee, welches in Folge der Linthcorrection und der Ersetzung der Sümpfe durch Kulturland fieberfrei wurde, und an die Gegend zwischen Riva und Colico am oberen Ende des Comersees, Piano di Spagna oder Pianura infama genannt, welche früher die Lage von Colico noch ungesunder machte als die toskanischen Maremmen und die pontinischen Sümpfe,

jetzt aber schon zum grossen Theil mit Mais bepflanzt und viel weniger gefährlich geworden ist.

Periodische Ueberschwemmungen machen die Bodenoberfläche nasstrocken und bewirken Fieberluft, wie beispielsweise in Aegypten. Solche Gegenden können nur durch Eindämmung der austretenden Flüsse gesund gemacht werden. Verbietet sich die Flusscorrection aus wirthschaftlichen Gründen wie gerade in Aegypten, wo die Fruchtbarkeit des Landes von den Nilüberschwemmungen bedingt wird, oder ist die Correction unmöglich, so kann auch die Fieberluft nicht ausgerottet werden. — Ebenso verhält es sich mit einer Gegend, in welcher aus Kulturzwecken die Felder zeitweise unter Wasser gesetzt werden müssen. Die Malaria lässt sich nicht von den Reisfeldern vertreiben.

Ueberschwemmungen von kurzer Dauer, ebenso wie das gewöhnliche Bewässern von Wiesen und Feldern, das tägliche Begiessen von Gartenbeeten, längeres Regenwetter u. s. w. verursachen keine Miasmen und verlangen daher keine besonderen Massregeln.

Das unterirdische oder eigentliche Grundwasser, welches bei wechselndem Stande Disposition zu Typhus und Cholera hervorbringt, kann unschädlich gemacht werden, wenn man es auf einem gleichbleibenden Stande erhält, oder wenn man ihm einen so tiefen Stand giebt, dass die Wirkung nicht mehr die Oberfläche erreicht, oder wenn man es durch vollständige Trockenlegung ganz entfernt.

Um sich über die Ausführbarkeit eines dieser drei Mittel ein Urtheil zu bilden, ist eine genaue Kenntniss der lokalen Grundwasserverhältnisse nöthig. Bekanntlich kommt das Grundwasser nur da vor, wo auf einer undurchlässigen lehmigen oder felsigen Unterlage ein poröser (kiesiger, sandiger oder felsiger) Boden aufliegt. Der poröse Boden ist in seiner untern Partie mit Wasser durchdrungen, welches unmittelbar durch den Regen und durch Zufluss von höheren Stellen der Gegend gespeist wird.

Das Grundwasser bildet somit einen unterirdischen See oder eher einen Strom, welcher wegen der Strömungswiderstände sehr langsam fliesst und desswegen auch sich überhaupt mehr wie eine zähflüssige, in Bewegung befindliche Masse verhält als wie Wasser. Es steht in geringen Entfernungen oft sehr ungleich hoch und kann bei sehr dichter Beschaffenheit des Bodens ziemlich steile, fast wasserfallähnliche Böschungen zeigen. Es fliesst natürlich immer in der Richtung von

den höchsten nach den niedrigsten Punkten seiner Oberfläche. Der ungleiche Stand wird von dem ungleichen Zugang in verschiedenen Jahren und Jahreszeiten, die reich oder arm an Regen und Schnee sind, bedingt. Reichliche Niederschläge bewirken da, wo das Grundwasser weit herkommt und sehr langsam sich bewegt, oft erst lange Zeit nachher ein entsprechendes Steigen desselben.

Wenn es sich nun um irgend eine künstliche Veränderung im Stande des Grundwassers handelt, so ist zunächst die Frage zu beantworten woher dasselbe kommt und wohin es geht. Es kann entweder bloss von den Niederschlägen herrühren, welche auf eine Ortschaft (Stadt) selbst fallen, oder es kann aus grösserer oder geringerer Entfernung herfliessen und von den Niederschlägen einer ganzen Gegend gespeist werden. Es kann nach tieferen Stellen weiterfliessen oder auf der nämlichen Stelle durch Verdunstung sich verlieren.

Die Schwankungen des Grundwassers sind unter übrigens gleichen Umständen um so grösser und daher um so gefährlicher, je weiter das Gebiet, aus dessen Oberfläche es sich gesammelt hat. Ich will bloss diesen Fall berücksichtigen, weil die Schutzmassregeln hier viel wichtiger und auch schwieriger sind.

Das von weiter herkommende Grundwasser einer Ortschaft lässt sich nur dann ganz beseitigen, wenn es oberhalb derselben durch einen Kanal bis auf die undurchlässige Schicht abgefangen und abgeleitet wird. Der Untergrund erhält dann nur die Niederschläge seiner eigenen Oberfläche, welche in einer Stadt zu einem sehr geringen Theil in den Boden eindringen und keine bleibende Ansammlung mehr hervorbringen können.

Die blosse Tieferlegung des Grundwassers verlangt eine Tieferlegung des Abflusses unterhalb der Stadt und, soweit es nöthig ist, eine theilweise Ableitung oberhalb derselben. Die günstige Wirkung besteht darin, dass die Infectionsstoffe mit den Luftströmungen einen längeren Weg im Boden zurückzulegen haben und auf demselben eher zurückgehalten werden.

Die zwei eben angeführten Mittel werden nur selten Anwendung finden. Viel häufiger wird es möglich sein, dem Grundwasser einen gleichmässigen Stand zu geben, indem man es entweder auf den höchsten Stand staut oder auf den tiefsten drainirt, oder indem man es durch Vereinigung der beiden Systeme in einem mittleren Stand erhält. Die Tieferlegung hat wieder durch Abgraben des Wassers

oberhalb, die Stauung dagegen durch Wasserdichtmachung des Bodens unterhalb der Stadt zu geschehen.

Einige Bemerkungen über die Correction des Grundwasserstandes in München mögen dieses Kapitel beschliessen. In der grösseren Stadt, welche auf dem linken Isarufer liegt, steht der Grundwasserspiegel 2 bis 12 Meter über dem undurchlässigen Flinz, 1 bis 10 (meist 3—6) Meter unter der Bodenoberfläche und hat auf eine Länge von 4 Kilometer ein Gefäll von etwa 12 Meter. Der Unterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten Stand beträgt 1½ Meter. Die Wasserscheide des Grundwasserspiegels geht ziemlich parallel der Isar, gegen 4 Kilometer westlich von derselben.

Durch Stauung könnte hier der Grundwasserstand nicht corrigirt werden, weil dadurch die niederen Stadtheile überschwemmt würden. Dagegen liesse er sich beständig auf der niedrigsten Höhe erhalten, wenn ein unterirdischer Kanal, die Stadt halbkreisförmig umgebend, überall mit dem tiefsten Grundwasserstande gleich laufend und mit beiden Enden in die Isar mündend, alles überschüssige Wasser, das den Stand des Grundwassers in der Stadt erhöhen würde, abfinge und in die Isar führte. Um einen ganz sicheren und genauen Erfolg zu haben, müsste der höchste Stand der Isar unter dem niedrigsten des Grundwassers liegen. Diess ist jetzt nicht ganz der Fall; es wäre also zugleich die Isar etwas tiefer zu legen[1]). Würde diess nicht geschehen, stünde die Isar zeitweise etwas höher als das Wasser in der Mündung des Abflusskanals, so würde hier eine Stauung erfolgen, und ein schmaler Strich der Stadt längs der Isar behielte einen allerdings nur innerhalb ziemlich enger Grenzen sich bewegenden und wenig gefährlichen Wechsel des Grundwasserstandes. Im Uebrigen müsste die Stadt durch die vorgeschlagene Massregel einen vollkommen siechfreien Boden bekommen und vor Cholera und Typhus noch besser geschützt sein, als es jetzt andere immune Städte sind[2]).

Mit einem solchen Kanal könnte übrigens zugleich auch die

1) Der Stand der Isar ist in Folge der stattgehabten Correctionen vom Jahr 1870 bis 1875 um 1 Meter gesunken; vielleicht ist diese Bewegung noch nicht beendigt. Jedenfalls könnte man durch erneuerte Correctionen die Isar veranlassen, ihr Bett noch tiefer auszuhöhlen.

2) Die Ausführbarkeit des Kanals in technischer und finanzieller Beziehung bleibt natürlich dem Urtheil der Ingenieure vorbehalten, ebenso die Art der Anlage, um die verlangte Wirkung zu verbürgen.

Aufgabe der Wasserversorgung gelöst werden. Schon früher wurde von einem Ingenieur der Vorschlag gemacht, die hinreichende Menge von Trinkwasser für München durch einen Kanal zu gewinnen, der oberhalb der Stadt das Grundwasser sammelte. Ein solcher Kanal hätte nun eine doppelte Berechtigung, wenn er der Stadt nicht nur ein vortreffliches und sehr frisches Trinkwasser in mehr als hinreichender Menge gäbe, sondern sie zugleich von den Plagen der Epidemieen befreite[1]).

1) Das Wasser müsste durch Pumpwerke gehoben werden. Auch diese Frage gehört vor das Forum der Techniker, deren Gutachten zunächst die Vortheile und Nachtheile eines solchen Projectes klar zu legen hat.

IX.

Desinfection.

So wie man zu der Erkenntniss gelangte, dass gewisse Krankheiten von einer Person auf eine andere übertragen werden, und dass die Uebertragung durch einen Stoff erfolgt, welcher an verschiedenen Gegenständen anhaftet, mit denen der Kranke in Berührung kam, so suchte man sich gegen die Ansteckung zu schützen. Man suchte die infizirten Kleider, Wäsche, Betten, Zimmergeräthe, Waaren, Wohnungen von dem Ansteckungsstoff zu befreien oder zu desinfiziren, wie der technische Ausdruck lautet. Es ist selbstverständlich, dass die Desinfection nur gegen die Contagien, nicht gegen die Miasmen gerichtet sein kann.

Bisher wollte man wohl immer die Ansteckungsstoffe durch Zerstörung unschädlich machen und ihre Vermehrung verhindern. Die Desinfection war daher verschieden je nach der Vorstellung, die man sich über die Natur der Ansteckungsstoffe und über die Wirksamkeit der Zerstörungsmittel machte. Sie hat übrigens im Ganzen nur geringe Fortschritte gemacht. Noch in der Gegenwart beruht alles Desinfectionsverfahren auf unklaren Vorstellungen über das Wesen der Ansteckungsstoffe und auf mangelhafter Erkenntniss ihrer Widerstandsfähigkeit; und fast von allen Massregeln, die angerathen und ausgeführt werden, ist es ganz sicher, dass sie den Zweck, den sie beabsichtigen, nicht im geringsten erreichen[1]).

1) Für Manche scheint es hinreichend, zu wissen, dass etwas ein Gift ist, um es als Desinfectionsmittel zu empfehlen. Auf die Art und Weise, wie es wirkt, und auf die Menge, welche für eine gewisse Wirkung erforderlich ist, kümmert man sich wenig. Es giebt Desinfections-Recepte, welche auf den erfahrenen Forscher den nämlichen Eindruck machen, wie etwa die Meinung eines Halbgelehrten, er könnte sich durch eine bittere Mandel ums Leben bringen, weil dieselbe Blausäure enthalte.

Was die Natur der schädlichen Stoffe betrifft, so hat man sehr oft bloss die allgemeine Vorstellung, dass es organische Verbindungen seien und man wendet zur Desinfection diejenigen Mittel an, denen man eine zerstörende Wirkung zutraut (Chlor, schweflige Säure, selbst Essigdampf). Aber die genannten Mittel zerstören nicht überhaupt die organischen Stoffe, sondern nur die leichter zersetzbaren derselben, wie namentlich die Farb- und Riechstoffe, und sie bewirken die Zerstörung nur unter gewissen Umständen, die bei der Desinfection häufig nicht vorhanden sind. Eine unheilvolle Rolle spielt denn auch hier wieder der verhängnissreiche Irrthum, dass die schädlichen Eigenschaften durch einen üblen Geruch sich ankündigen und dass mit der Zerstörung des letzteren die Gefahr beseitigt sei. Man desinfizirt desshalb so lange, bis der schlechte Geruch verschwunden oder auch nur bis er durch andere Gerüche verdeckt ist, und man hält sich für geborgen, während in Wirklichkeit eine Desinfection gar nicht stattgefunden hat.

Das erste Erforderniss, um in rationeller Weise zu desinfiziren, ist eine bestimmte Vorstellung über die Natur der Ansteckungsstoffe. Nach der Ansicht, die ich zu begründen suchte, können es nur Spaltpilze sein. Uebrigens wäre es in einer Beziehung, nämlich soweit es sich um die Beurtheilung des bisherigen Verfahrens handelt, ziemlich gleichgültig, ob man sich vor Pilzen oder vor ungeformten, nicht gasförmigen chemischen Verbindungen zu schützen hätte. Denn da, wie ich zeigen werde, die jetzt gebräuchlichen Vorschriften meist nicht ausreichen, um Spaltpilze zu tödten, so sind sie noch weniger im Stande, leblose organische Substanzen zu vernichten, welche, wenn wir die leichtest zersetzbaren und unschädlichsten Verbindungen, nämlich einige Farb- und Riechstoffe ausnehmen, im Allgemeinen eine bedeutend grössere Widerstandsfähigkeit besitzen als die lebenden Zellen. Wir müssen also von einem Desinfectionsmittel, welches die Ansteckungsstoffe zerstören soll, als Minimum die Tödtung der Spaltpilze verlangen[1]).

Aber wir können uns vor der schädlichen Wirkung der Infectionskeime nicht bloss dadurch schützen, dass wir dieselben zerstören,

1) Die Tödtung der Spaltpilze genügt für eine vollständige Desinfection nur dann, wenn der Zersetzungs- oder Krankheitsstoff ohne ihre Mithülfe nicht krank zu machen vermag, wie das wohl sicher bei den Contagien und den Miasmen der Fall ist. Anders verhält es sich bei der septischen Infection. Panum hat durch Einspritzen einer faulen Flüssigkeit, welche während 11 Stunden gekocht und in der

sondern auch dadurch, dass wir sie verhindern, an uns heranzukommen. Letzteres Mittel ist natürlich ebenso zweckentsprechend und gestattet überdem eine allgemeinere und leichtere Anwendung als das erstere; und da bezüglich desselben die Natur der (nicht gasförmigen) Ansteckungsstoffe ganz gleichgültig ist, so dürfen wir in dieser Beziehung, ohne irgend einen Fehler zu begehen, die Spaltpilze als das Object der Desinfection bezeichnen.

Zuerst will ich die Frage prüfen, auf welche Weise die Infectionsstoffe zerstört oder unwirksam gemacht werden können, und dabei zugleich die bisherigen Methoden beleuchten. In dieser Beziehung muss, was gänzlich übersehen worden ist, strenge zwischen den beiden Zuständen, in denen die Spaltpilze vorkommen, dem benetzten und dem trocknen, unterschieden werden. Wenn die Zellen Wasser enthalten und sich in dem Zustande des activen Lebens befinden, so lassen sie sich viel leichter unschädlich machen, als wenn sie relativ ausgetrocknet und ruhend sind. Im einen und im andern Zustande aber übertreffen sie an Lebenszähigkeit bei weitem alle andern Organismen.

Beginnen wir mit dem benetzten Zustande, so reicht in vollkommen neutral reagirenden Flüssigkeiten die Siedhitze kaum hin, um die Spaltpilze zu tödten. Um des Erfolges ganz sicher zu sein, muss man eine Temperatur von circa 110° C. anwenden. Je mehr die Lösungen sauer reagiren, um so geringere Wärmegrade genügen. — Von jeder Substanz, die als Gift wirkt, bedarf es, wenn sie der Flüssigkeit zugesetzt wird, einer bestimmten Procentmenge, die aber je nach allen mitwirkenden Umständen, ziemlich verschieden sein kann. Wird die zur Tödtung erforderliche Menge eines Giftes nicht erreicht, so wird der Spaltpilz wachsthumsunfähig und wirkungsunfähig, ohne zu sterben; seine Lebensthätigkeit hört auf, nicht aber das Leben. Er wird gleichsam betäubt und kann nun längere oder kürzere Zeit in diesem Zustande verharren, um unter günstigeren Umständen wieder aufzuleben.

die Spaltpilze unzweifelhaft getödtet waren, Vergiftungs-Erscheinungen zu Stande gebracht.

Zu den organischen Verbindungen, welche durch gewisse Mittel leichter zerstört werden als die Spaltpilze, gehören die unorganisirten Fermente. Dieselben dürfen aber jedenfalls aus den früher angeführten Gründen nicht als Infectionsstoffe angesehen werden.

Ein Beispiel, für welches ich die Sprosshefe wähle, wird diess deutlich machen. Traubenmost, den man stark schwefelt, gährt nicht. Am zweckmässigsten ist es, rothen Most zu benützen und demselben so viel schweflige Säure zuzuführen (durch Schwefeln), dass er sich entfärbt. Er bleibt, wenn der Luftzutritt durch gute Verkorkung vollständig gehemmt ist, Jahre lang unverändert. Lässt man nach einer beliebigen Zeit Luft zutreten, so wird durch den Sauerstoff die schweflige Säure zu Schwefelsäure oxydirt; der rothe Farbstoff wird wieder hergestellt und die Gährung beginnt nach und nach. Die Sprosshefezellen sind also durch die schweflige Säure nicht getödtet, sondern nur unthätig gemacht, gleichsam conservirt worden; sie beginnen ihr Wachsthum und ihre Hefenwirksamkeit, sowie sie der Action des Giftes entzogen werden. — Die Spaltpilze verhalten sich ebenso wie die Sprosspilze, nur ertragen sie im Allgemeinen grössere Mengen der Gifte.

Wenn man nun wirklich die Tödtung der Spaltpilze beabsichtigt, so darf man sich nicht durch die soeben angeführten Erscheinungen täuschen lassen. Bis jetzt hat man ganz allgemein die Antiseptica in dem Grade angewendet, dass sie die Zersetzung (Gährung, Fäulniss) unterdrückten, und wenn diess geschehen, erklärte man die Pilzzellen als getödtet. Es war diess ein Irrthum, und vielleicht erfolgte die wirkliche Tödtung in keinem einzigen Falle. Bei der mangelhaften Kenntniss, die wir über die Wirkung der Gifte haben, lässt sich noch nicht angeben, unter welchen Bedingungen sie den Tod herbeiführen. Um das Leben der Spaltpilze zu vernichten, giebt es kein zuverlässigeres Mittel als die Hitze; wobei es allerdings sehr zweckmässig ist, durch Zugabe von giftigen Substanzen die Wirkung der Hitze zu unterstützen.

Nun ist aber denkbar, dass die Desinfection unter Umständen nicht der Tödtung der Spaltpilze bedarf, und dass es genügt, wenn dieselben für einige Zeit unwirksam gemacht werden. Dafür reicht eine geringere Einwirkung der Antiseptica aus. In manchen Fällen genügt es auch, dass man die Hefenpilze einfach gewähren lässt, indem die Veränderung, die sie in der Flüssigkeit bewirken (sie entziehen ihr die besten Nährstoffe und fügen ihr lösliche Zersetzungsproducte bei), von selbst ihre Thätigkeit zuerst beschränkt und dann ganz aufhebt. Diess ist eine Beobachtung, die man bei allen Gährungs- und Fäulnissprocessen macht. In einer zuckerhaltigen Nähr-

lösung (z. B. in sehr zuckerreichem Weinmost) hört die Gährung auf, wenn eine bestimmte Menge Alkohol sich gebildet hat; die erforderliche Menge richtet sich nach der Beschaffenheit der Nährstoffe. — Bei der Milchsäurebildung hemmt die Säure die weitere Gährwirkung; etwas Aehnliches wird bei der ammoniakalischen Fäulniss beobachtet.

Der Zweck der Desinfection wird auch vollkommen erreicht, wenn die Natur der Ansteckungskeime sich ändert. Dieses Mittel kann bei den Contagien vortreffliche Dienste leisten. Die Contagienpilze sind den Flüssigkeiten des menschlichen Körpers angepasst; sie können sich in den unveränderten Auswurfsstoffen während längerer Zeit unversehrt erhalten. Kommen sie aber ins Wasser oder an eine nasse Oberfläche (Boden, Stein, Holz), so ändern sie bald ihre Natur und gehen in gewöhnliche Spaltpilze über. Das Nämliche erfolgt, wenn sie in eine Flüssigkeit oder nasse Substanz, welche fault, gelangen, oder wenn die Körpersubstanzen und die Auswurfsstoffe, in denen sie sich befinden, in Fäulniss gerathen. Die Contagienpilze verlieren ihre frühere Anpassung und werden zu Fäulnisspilzen. Es ist experimentell nachgewiesen, dass das Milzbrandblut durch Faulen seine giftigen ansteckenden Eigenschaften verliert. Diess ist eine sehr wichtige Thatsache, welche bei den verschiedenen hygienischen Massregeln nicht übersehen werden darf.

Während die im nassen Zustande befindlichen Infectionsstoffe in verschiedener Weise unschädlich gemacht werden können, lässt sich denselben im trocknen Zustande nur sehr schwer beikommen. Einen Theil der Schuld mag die mangelhafte Kenntniss tragen, die uns heute noch zu Gebote steht. Wir wissen wenig mehr, als dass die Widerstandsfähigkeit der trocknen Zellen viel grösser ist als die der benetzten. Es ist aber noch unbekannt, durch welche Mittel sie getödtet oder in ihrer spezifischen Beschaffenheit verändert werden.

Was die trockne Wärme betrifft, so liegt der Temperaturgrad, welcher die Infectionspilze tödtet, höher als 130° C. Wahrscheinlich wird aber durch die Hitze, wenn sie einige Zeit andauert, ihre Natur umgewandelt. Was ferner die Gifte betrifft, so ist es selbstverständlich, dass die nicht flüchtigen Stoffe gar keine Wirkung ausüben. Ob giftige Gase in grösserer Menge und während längerer Zeit die trocknen Infectionspilze tödten oder verändern, bleibt fraglich. Jedenfalls werden diese bei der üblichen Desinfection durch Räucherungen mit Chlorgas,

schwefliger Säure, Karbolsäure (von Essigdämpfen gar nicht zu sprechen) nicht im geringsten angegriffen.

Meiner Ansicht nach ist die Desinfection, wenn sie auf trocknem Wege vorgeht, eine reine Illusion. Sie hat nur einige Aussicht auf Erfolg, wenn sie die Infectionsstoffe in den nassen Zustand überführen kann. Wo diess nicht thunlich ist, muss die Zerstörung derselben überhaupt als unausführbar betrachtet werden.

Man hat bis jetzt die Contagien fast nur durch Desinfection unschädlich zu machen gesucht. Es ist aber einleuchtend, dass der Zweck nicht nur erreicht wird, wenn man sie tödtet oder verändert, sondern auch, wenn man sie verhindert, an uns heranzukommen. Und das Letztere lässt sich im Allgemeinen viel leichter und sicherer ausführen als das Erstere. Da die Ansteckungsstoffe nicht gasförmig sind, so bleiben wir vor ihnen vollkommen geschützt, wenn die gefährliche Substanz, in der sie enthalten sind, so lange nass erhalten wird, bis sie aus unserem Bereiche weggeschafft ist. Dieses Mittel ist absolut sicher, und es hat noch den Vortheil, dass es auch für den unwahrscheinlichen Fall, wenn die Ansteckungsstoffe keine Pilze wären, seine Gültigkeit behält. Ich werde seine Anwendung in der Folge an einzelnen Beispielen zeigen. —

Die Resultate der bisherigen allgemeinen Betrachtungen lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1) Die Ansteckungsstoffe können im lufttrocknen Zustande nicht mit Sicherheit zerstört werden.
2) Sie können im benetzten Zustande mit Sicherheit nur durch Siedhitze getödtet werden.
3) Sie werden durch die bisherigen Antiseptica nicht zerstört, sondern nur in einen unthätigen Zustand versetzt, somit conservirt.
4) Sie werden durch Fäulniss, durch den Aufenthalt in Wasser sowie durch Hitze verändert und zur Ansteckung untauglich.
5) Sie sind unschädlich, wenn man sie noch im nassen Zustande fortschafft.

Nachdem ich im Allgemeinen die Massregeln besprochen habe, durch welche die Ansteckungsstoffe unschädlich gemacht werden können, will ich noch besonders die wichtigeren Fälle erörtern, in denen bis jetzt ein Desinfectionsverfahren versucht wurde und wo Schutzmassregeln

überhaupt angezeigt sind. Ich beginne mit den Excrementen, Abtritten und Abtrittgruben, und zwar betrachte ich jetzt nur die desinfectorische Behandlung, indem ich auf die Art der Fortschaffung später eintreten werde.

An die menschlichen Excremente, namentlich an diejenigen, die von Kranken kommen, knüpfen sich besonders lebhafte Befürchtungen; und es ist wohl unzweifelhaft, dass gewisse Contagien in denselben enthalten sind. Man fürchtet aber im Allgemeinen fast weniger diese letzteren als die hypothetischen schädlichen Stoffe, die sich bei der Zersetzung der Excremente und zwar nicht bloss der Erkrankten, sondern auch der Gesunden während einer Epidemie bilden sollen. Es ist daher die Wirkung der Desinfection in beiden Richtungen zu beachten.

Die Desinfection der Excremente geschieht durch verschiedene Gifte. Für den zunächst beabsichtigten Erfolg ist es ganz gleichgültig, welches derselben man anwendet. Der Erfolg gilt nach der herrschenden Meinung als gesichert, wenn die Excremente unverändert bleiben, wenn keine Gase sich entwickeln, wenn Geruch und Reaction die nämlichen sind wie ursprünglich, wenn also die Zersetzung nicht eintritt. Diese Desinfection wird oft schon begonnen in dem Nachtstuhl, sie wird fortgesetzt im Abtritt und in der Abtrittgrube.

Hiezu muss zunächst bemerkt werden, dass der frühzeitige Beginn jedenfalls zwecklos ist, da die Excremente nach 12 bis 24 Stunden noch keine andere Veränderung erfahren, als die durch Oxydation bewirkten ersten Stadien der Humifikation, die sich in einer dunkleren Färbung kundgiebt.

Fragen wir uns aber, was die Desinfection überhaupt für Folgen hat, und wodurch sich desinfizirte Excremente von nicht desinfizirten unterscheiden, so ergiebt sich aus den früher mitgetheilten Versuchen und aus anderweitigen Erfahrungen Folgendes:

Die nicht behandelten Excremente gerathen nach einiger Zeit in Fäulniss, es bilden sich Fäulnisspilze und Fäulnissstoffe. Diese beiden Producte der Zersetzung sind zwar giftig, wenn sie in grösserer Menge vom Blut aufgenommen werden. Dafür ist aber gar keine Aussicht vorhanden; sie können nur bei unvorsichtiger Behandlung und auch dann höchstens in geringer und kaum schädlicher Menge in das Blut gelangen. Wenn wirkliche Infectionsstoffe (Contagien) in den Excrementen enthalten sind, so werden sie durch die Fäulniss zerstört.

Desinfizirt man die Excremente, so werden die in ihnen enthaltenen Spaltpilze durch die angewendeten antiseptischen Mittel unwirksam. Sie werden aber durch dieselben weder getödtet, noch auch nur vermehrungsunfähig gemacht. Wir wissen ja aus Versuchen, dass die Gifte zuerst die Gährtüchtigkeit aufheben; dass aber Spaltpilze, die man in die Unfähigkeit versetzt hat, Zucker und Albuminate durch Hefenwirkung zu zerlegen, noch sehr reichliche Fortpflanzung zeigen. In den desinfizirten Excrementen bleiben also die Spaltpilze, sowohl die Infectionspilze als die Fäulnisspilze, nicht nur erhalten, sondern sie werden sich im Allgemeinen darin vermehren; — und sie können wohl auch ihre ursprüngliche Gährtüchtigkeit wieder erlangen, wenn die Wirkung des antiseptischen Mittels aufhört, sei es dass eine Verdünnung durch Wasser statthat, sei es dass das gasförmige Gift verdunstet. Das Eine oder Andere muss früher oder später eintreten.

Die Desinfizirung der frischen Excremente ist also, bezüglich der darin enthaltenen Infectionsstoffe, nichts anderes als eine Conservirung und möglicher Weise eine Vermehrung derselben.

Die Erscheinungen werden etwas complicirter, wenn man erst bei Beginn einer Epidemie mit dem antiseptischen Verfahren beginnt und nun zunächst den Inhalt der Abtrittgruben desinfizirt, wie das z. B. bei der Choleraepidemie in München im Jahr 1873 der Fall war. Die Grubenflüssigkeit ist stark alkalisch und in Folge dessen der Vermehrung der Spaltpilze ungünstig. Sie wird nun mit Eisenvitriol und Carbolsäure[1]) versetzt, bis sie eine durch Lakmuspapier nachweisbare schwachsaure Reaction zeigt. Dadurch ist die Beschaffenheit des Grubeninhaltes für die Spaltpilze günstiger geworden; sie werden nun lebhafter wachsen und sich fortpflanzen. Carbolsäure mit Ammoniak ist zwar eine schlechte Nahrung für sie, gestattet aber als solche doch eine ziemliche Vermehrung. Auch die mit den täglich zugeführten desinfizirten Excrementen möglicher Weise ankommenden Infectionspilze werden in einer so behandelten ziemlich neutralen Grubenflüssigkeit wahrscheinlich länger mit Beibehaltung ihres unveränderten gefährlichen Charakters sich vermehren.

Erscheint uns die Desinfection der Excremente, wenn wir sie mit Rücksicht auf die Zerstörung oder die Erhaltung der Infectionsstoffe

1) Reine Carbolsäure (Phenylalkohol) reagirt nicht sauer, bildet aber mit Basen Salze; die rohe Carbolsäure ist durch Verunreinigung etwas sauer.

prüfen, eher als eine verderbliche, jedenfalls nicht als eine erspriessliche Massregel, so zeigt sie sich in einer andern Beziehung als gänzlich überflüssig. Wenn Infectionsstoffe in den Excrementen enthalten sind, oder wenn sich solche schädliche Stoffe in denselben bilden, so können sie uns erst gefährlich werden, wenn sie nach dem Austrocknen in die Luft und auf diesem Wege in unseren Körper gelangen. Unsere Einrichtungen sind nun derart, dass an ein Austrocknen nicht gedacht werden kann. Die Excremente kommen frisch in die Abtritte, oder in Tonnen oder in Kanäle und verharren hier im nassen Zustande bis sie fortgeführt werden. Man könnte höchstens die Furcht hegen, dass die Abtrittschläuche austrocknen möchten. Allein diess ist bei täglichem Gebrauche unmöglich. Nur die Röhren solcher Abtritte, welche mehrere Tage lang nicht benützt werden, können so abtrocknen, dass der aufsteigende Luftstrom Pilze von der Oberfläche loszureissen vermag. Aber auch diese Gefahr lässt sich leicht dadurch beseitigen, dass man täglich während des Nichtgebrauches nur so viel Wasser hineinschüttet, um die Wände feucht zu erhalten.

Ich bemerke hier beiläufig, dass der Krieg, der jetzt von Sanitäts- und Polizeibehörden gegen die hölzernen Abtrittschläuche geführt wird, mir nicht gerechtfertigt erscheint. Man verlangt aus hygienischen Rücksichten, dass sie durch eiserne oder thönerne Röhren ersetzt werden. Der Grund, den man gegen die Bretter anführt, dass sie mit Jauche imprägnirt werden, scheint mir eher ein hygienisch günstiger Umstand zu sein, denn er verbürgt eine ausgiebigere und länger dauernde Benetzung, gewährt also eine grössere Sicherheit, dass keine schädlichen Keime in die Abtritte und in die Wohnungen emporgeführt werden[1]).

Das Desinfiziren der Excremente, Abtritte und Abtrittgruben ist also, soweit es den Schutz vor Infectionskrankheiten betrifft, vom wissenschaftlichen Standpunkte aus in jeder Hinsicht zu verwerfen. Die Erfahrung stimmt damit überein, indem sie einerseits bei Anwendung von antiseptischen Massregeln die gewünschten günstigen Resultate nicht erzielen konnte, und anderseits fand, dass in grösseren Gebäuden (Kasernen) die den (nicht desinfizirten) Abtritten

1) Man sagt wohl auch, dass die hölzernen Abtrittschläuche der Luft in den Häusern einen schlechteren Geruch mittheilen. Diess ist aber nicht der Fall, wenigstens nicht Regel. Ich weiss aus eigener Erfahrung, dass das Uebel verschlimmert wurde, als ein hölzerner Schlauch durch einen thönernen ersetzt wurde.

zunächst gelegenen Zimmer und Schlafsäle nicht zahlreichere und in manchen Fällen selbst weniger Erkrankungen hatten, als die entfernt liegenden, auf welche ein Einfluss der Abtritte nicht stattfinden konnte[1]).

Die Desinfectionsmassregeln sind aber nicht bloss überflüssig, indem sie eine Gefahr bekämpfen, welche nicht vorhanden ist, sie können selbst direct nachtheilig werden. Diess ist einmal dann der Fall, wenn man, wie wohl meistens geschieht, eine flüchtige antiseptische Verbindung anwendet. Die Karbolsäure beseitigt nicht etwa den Gestank der Abtritte, sondern bedeckt ihn bloss, indem ihr Geruch so stark ist, dass man jenen nicht mehr bemerkt. Man athmet also neben den Abtrittgasen noch das Karbolsäuregas ein, und wenn auch der schädliche Einfluss der ersteren sehr gering ist, so wird er doch durch den des letzteren zum mindesten verdoppelt. Dieser Einfluss, der während einer Epidemie dauernd auf die Respirationsorgane sich geltend macht, kann für die Gesundheit im Allgemeinen zur bemerkbaren Grösse anwachsen, besonders dann, wenn die Abtritte, wie diess in München meistens der Fall ist, innerhalb der Wohnungen liegen und somit ihre Atmosphäre so leicht mit derjenigen der letzteren ausgleichen.

Ein anderer Nachtheil, der mit den Desinfectionsmassregeln verbunden ist, besteht darin, dass mit dem Beginne derselben, welcher mit dem Anfang einer Epidemie zusammentrifft oder auch derselben etwas vorausgeht, gewöhnlich eine Räumung der Abtrittgruben stattfindet. Es ist diess, wenn die Gruben zur Hälfte oder mehr gefüllt sind, eine selbstverständliche Massnahme, weil man für die ausgiebige Desinfection ihres Inhaltes eine grosse Menge des antiseptischen Mittels bedürfte; in München war die Räumung bei der letzten Choleraepidemie

1) Dieses Ergebniss ist nicht überraschend, und ich habe selbst die Ueberzeugung, dass eine genaue statistische Erhebung einen vortheilhaften Einfluss der so verpönten Lokalitäten herausstellen würde. Die Abtrittröhren sind nämlich sehr häufig undicht (ein Umstand, der zwar nach den jetzigen Vorstellungen verwerflich ist, mir aber eher von günstiger Wirkung zu sein scheint), und man findet daher nicht selten, dass die Mauern eines Hauses an jener Seite mehr oder weniger feucht sind. Ich bin nun der Ueberzeugung, dass die Miasmen des Bodens, welche die örtlich-zeitliche Disposition für Typhus und Cholera bedingen, häufig innerhalb der Mauern, zum Theil auch an deren Oberfläche unter den Tapeten oder Bretterverschalungen aufsteigen (ich werde hierauf in dem Kapitel, die Gesunderhaltung der Wohnungen, zurückkommen). Dieser miasmatische Luftzug wird nun in einer benetzten Mauer gehemmt oder filtrirt und somit unschädlich gemacht.

polizeilich geboten. Die Abtrittgruben sind nun immer mehr oder weniger undicht und der Boden in ihrer Nähe bis auf eine gewisse Entfernung und eine dem Inhalte entsprechende Höhe benetzt. Nach dem Räumen findet ein Austrocknen nicht nur dieses benetzten Bodens, sondern auch eines Theils der angrenzenden Mauern statt, und damit wird möglicher Weise ein nachtheiliger miasmatischer Einfluss auf die Bewohner des Hauses eingeleitet. Die massenhafte Räumung der Abtrittgruben unmittelbar vor einer Epidemie halte ich für ein verhängnissvolles Unternehmen, über welches uns leider keine statistischen Erhebungen Auskunft zu geben vermögen.

Endlich möchte ich noch einen Nachtheil des Desinfectionsverfahrens in dem moralischen Einfluss, den es ausübt, finden. Die Schutzmassregeln, welche zu Zeiten einer Epidemie von den Behörden angeordnet werden, haben nicht bloss die materielle Wirkung, die ihnen naturgesetzlich zukommt; ein wesentlicher Nutzen besteht in dem Vertrauen und dem Muthe, den die Bevölkerung dadurch gewinnt. Es giebt so viele ängstliche Seelen, zu deren Beruhigung es dient, wenn irgend welche Massnahmen ins Werk gesetzt werden, wenn sie täglich entweder selbst bei der Ausführung mitwirken oder sich wenigstens von der Ausführung überzeugen können. Wenn es auch vielleicht besser wäre, gar nichts zu thun, so würde doch das Nichtsthun dem Furchtsamen als Rathlosigkeit erscheinen und die Unruhe vermehren. Die Zuversicht in Zeiten einer Krankheitsgefahr ist aber ein sehr grosser Gewinn. Wüsste man nun nichts Besseres anzuordnen als die Desinfection, so könnte auch die Karbolsäure diesen moralischen Dienst leisten[1]). Aber der Vortheil geht verloren und schlägt selbst in Nachtheil um, sobald man noch andere Mittel daneben anzurathen hat.

Das grosse Publikum lässt sich nur schwer für Massregeln in verschiedenen Richtungen zugleich erwärmen; es ist immer geneigt, sich

1) Der Glaube macht in solchen Zeiten gesund, der Zweifel krank. Diess hat sich auch während der letzten Choleraepidemie in München in drastischer Weise gezeigt. Das Desinfiziren der Abtritte mit Karbolsäure wurde den Hausbesitzern amtlich geboten. Nun kam es mehrfach vor, dass die Inwohner, die davon nichts wussten, über den plötzlich auftretenden, neuen und ungewohnten Geruch erschracken, sich heftig über Verpestung der Abtritte, welche nothwendig die Cholera herbeiziehen müsse, beklagten und mit Anzeige bei der Polizei drohten. Als man sie aber belehrte, das sei ja gerade das von der Polizei verordnete Gegengift, so konnten sie in der Folge von dem „Pestgeruche“ nicht genug bekommen.

an eine einfache Formel zu halten. Wenn man das Wasser als die Krankheitsursache ansieht und dasselbe durch Thee oder Bier ersetzt hat, oder wenn man das Uebel in den Abtritten wittert und dieselben in möglichst geruchloser Weise desinfizirt hat, so hält man sich für geborgen und alles Uebrige für gleichgültig. Empfiehlt man neben der Desinfection strenge Diät und Verhütung vor Erkältung durch warme Kleidung, so wird das Publikum sich vorzugsweise an eines dieser Mittel halten und darüber die andern mehr oder weniger vernachlässigen. Dieses Mittel wird aber die Desinfection sein, wenn es sieht, dass die Behörden einen besonderen Werth darauf legen, die Ausführung polizeilich überwachen und die Saumseligen bestrafen. Ist man dagegen in den massgebenden Kreisen zu der Ansicht gekommen, dass die Desinfection in materieller Beziehung überflüssig und sogar schädlich ist, so wird man um so grösseres Gewicht auf Diät und auf Warmhaltung des Körpers legen, durch passende Beaufsichtigung sowie durch Vertheilung von Kleidungsstücken an Unbemittelte die Wichtigkeit dieser Massregeln zur allgemeinen Ueberzeugung bringen und die öffentliche Meinung dahin leiten, vorzüglich auf diesem Gebiete zu wirken. Dadurch lässt sich der nämliche moralische Vortheil, die Zuversicht in die angewendeten Mittel und zugleich ein wirklicher materieller Nutzen erzielen.

Während die Fortschaffung der Excremente in Masse bis in die Gruben oder Kanäle ohne jede Gefahr geschieht und keine besonderen Massregeln verlangt, bedarf es dagegen für alle übrigen Auswurfsstoffe der Kranken (soweit sie nicht etwa in nassem Zustande gesammelt und entfernt werden können) und ebenso für einen Rest von Excrementen, der allenfalls verloren geht, der sorgfältigsten Ueberwachung. Diese kleinen Stoffmengen hängen sich an Kleider, Wäche, Bettzeug, Vorhänge, Tapeten, Geräthschaften, Decke und Fussboden, trocknen aus, gelangen in die Luft und mit derselben durch Mund und Nase in den menschlichen Körper. Hier findet nun die Desinfection ihr eigentliches Feld.

Es versteht sich von selbst, dass alle Auswurfsstoffe, soweit es möglich ist, im nassen Zustande zu sammeln und vor dem Austrocknen fortzuschaffen sind. In diesem Falle bedürfen sie keiner desinfizirenden Behandlung; der Schutz liegt darin, dass nichts von ihnen in die Luft kommt.

Was die Gegenstände betrifft, die allenfalls mit Auswurfsstoffen von Kranken und mit Infectionskeimen verunreinigt werden, so darf die Desinfectien derselben in keinem Fall auf trocknem Wege versucht werden. Es ist im Gegentheil die grösste Sorgfalt darauf zu verwenden, dass feuchte oder nasse Gegenstände vor dem Desinficiren nicht austrocknen. Wo es angeht, sollten Dinge, deren Verunreinigung nicht vermieden werden kann, schon vorher oder dann gleich nachher benetzt werden. Diess geschieht alles, um zu verhüten, dass nicht Infectionsstoffe in die Luft gelangen. Kleider, Wäsche, Geräthschaften dürfen also nicht trocken aufgehoben, in Schränke oder Kisten eingeschlossen oder in besonderen Räumen untergebracht werden. Man muss sie möglichst schnell in Wasser tauchen und nass aufbewahren, wenn man sie nicht sofort desinfiziren kann. Wie viele Wäscherfamilien wurden schon angesteckt! Diess wäre ganz unmöglich gewesen, wenn sie die Wäsche benetzt in Empfang genommen hätten.

Die Desinfection selbst darf, soweit es überhaupt ausführbar ist, nur durch nasse Hitze geschehen. Die Gegenstände müssen in kochendem Wasser ausgewaschen werden; am besten ist es, wenn man sie kurze Zeit in einem Kessel siedet. Diess genügt in allen Fällen; nur muss man versichert sein, dass die Siedhitze überall eingewirkt habe. Wenn auch die Spaltpilze durch kurzes Verweilen in kochendem Wasser nicht vollständig getödtet sein sollten, so sind sie doch dadurch hinreichend geschwächt und verändert, um keinen Schaden mehr anrichten zu können.

Um ganz sicher zu sein, thut man gut, das Wasser etwas anzusäuern (mit Salzsäure, Schwefelsäure, Oxalsäure, Weinsäure); in diesem Fall übt die Siedhitze sofort eine tödtliche Wirkung auf alle Spaltpilze. Nachher kann noch mit Seifenwasser gewaschen werden. Statt des siedenden Wassers wird mit ebenso grosser Sicherheit, wenn ein Dampfkessel zu Gebote steht, Wasserdampf von 110° C. angewendet, wenn man das Verfahren so lange fortsetzt, bis man die Gewissheit hat, dass alles von dem heissen Dampf durchdrungen ist.

Nasse Hitze ist das einzige sichere Desinfectionsmittel; alle übrigen Massregeln, die angewendet und empfohlen werden, sind theils unwirksam, theils gewähren sie eine sehr zweifelhafte Sicherheit. Namentlich sind alle Räucherungen (mit Chlorgas, schwefliger Säure etc.), mit denen man Kleider, Bettzeug und Geräthschaften desinfiziren will, ohne Erfolg. — Selbst die Möbel sollten, soweit es irgendwie geschehen

kann, dem Verfahren der nassen Hitze unterzogen werden. Es wäre daher am zweckmässigsten, Tische, Stühle, Bettstellen für Krankenzimmer so zu construiren, dass man sie leicht zerlegen und die Theile in einem Gefäss mit kochendem Wasser oder heissem Dampf ausbrühen kann.

Grössere Geräthschaften, die sich nicht in einem Gefäss mit Wasser oder Dampf erhitzen lassen, werden am besten mit kochend heissem Wasser, das stark angesäuert ist, tüchtig abgewaschen. Das gleiche Verfahren lässt sich für Wände, Decke und Fussboden anwenden; doch dürfte hier vielleicht ein Strahl heissen Wasserdampfes (von salzsäurehaltigem Wasser) vorzuziehen sein.

Damit ist ein Krankenzimmer aber noch nicht desinfizirt. Vielleicht nur der kleinste Theil der Infectionsstoffe hängt den festen Gegenständen an; die grösste Menge ist möglicher Weise als schwebende Stäubchen in der Luft suspendirt. Diese Stäubchen, die uns der einfallende Sonnenstrahl theilweise sichtbar macht, ziehen in dichten Wolken mit den Luftströmungen dahin; sie stossen an die Wände und prallen wieder zurück, oder sie hängen sich an, um von einem späteren Luftstrom abermals fortgeführt zu werden. Die Luft in einem Zimmer verhält sich wie ein bewegtes trübes Wasser in einem Gefäss, welches die suspendirten Schlammtheilchen hin und her wälzt.

Die Staubmassen, in denen sich mehr oder weniger Infectionsstoffe befinden können, lassen sich, wie schon gesagt wurde, durch trockne Räucherungen nicht unschädlich machen. Von denselben kann ein Zimmer durch ausgiebiges Lüften befreit werden, was aber nicht immer durch Oeffnen von Thüren und Fenstern, noch weniger durch Aufsperren der Fenster allein erreicht wird. Dabei ist natürlich zu beachten, ob die neue Luft, die ins Zimmer kommt, frei von Infectionskeimen sei, sowie auch, ob nicht etwa die infizirte Luft, die aus dem Zimmer vertrieben wird, in benachbarte Wohnungen gelange.

Vielleicht wäre es zweckmässiger, den in der Zimmerluft suspendirten Staub dadurch, dass man das Zimmer dicht mit Wasserdampf anfüllt und dieses Verfahren einige Male wiederholt, auf Wände, Boden und Decke niederzuschlagen und dann durch sorgfältiges Abwaschen zu entfernen. — Es liesse sich auch die Frage erörtern, ob nicht durch Feuchthalten der Wände mittelst einer mit Glycerin, Chlorcalcium etc. versetzten gummiartigen Substanz die Luft in Krankenzimmern von Infectionsstoffen gereinigt werden könne, da an

einer klebrigen Oberfläche die Stäubchen hängen bleiben. Ich werde später bei der Gesunderhaltung der Wohnungen noch besonders zeigen, dass klebrige und schmierige Zimmerwände oft einen grossen Vorzug vor trocknen und blanken Flächen haben. — Uebrigens sind die beiden Vorschläge, die ich eben angeführt habe, um die Zimmerluft rein zu machen, bloss als allgemeine Gedanken zu betrachten. Die Ausführung im Einzelnen ist erst durch Versuche zu prüfen und festzustellen.

Ueber die Desinfection von Personen, resp. deren Kleidern, wie solche etwa in Quarantäne-Anstalten durch Räucherungen angewendet wird, habe ich nicht nöthig, noch etwas anderes beizufügen als den nun selbstverständlichen Schluss, dass sie die Personen möglicherweise durch Athmungsbeschwerden, Uebelkeit, Kopfweh und anderes Unwohlsein belästigt, während die Infectionspilze dabei unbelästigt bleiben.

Eine wichtige Anwendung der Desinfection besteht in der Unschädlichmachung der niederen Pilze am erkrankten menschlichen Körper selbst. Es ist übrigens unzweifelhaft, dass daran nur in wenigen Fällen, wo die Pilze freiliegen und einer Behandlung zugänglich sind, gedacht werden kann; — und auch hier müssen wir noch eine Beschränkung machen, indem wir zwei allgemeine Fälle unterscheiden, je nachdem nämlich die infizirte Stelle sich an der äusseren Körperoberfläche, oder an einer Schleimhaut im Innern einer Höhlung befindet. Nur an der äusseren Oberfläche kann man das antiseptische Mittel auf die Dauer in einem Grade einwirken lassen, dass die Pilze dadurch wirklich unschädlich werden. An einer Schleimhaut ist diess nicht möglich.

Was die äussere Körperoberfläche betrifft, so wird diese nur an gewissen Stellen, wie an der Kopfhaut, durch Schimmelpilze angegriffen; die Spaltpilze aber können bloss auf Wunden sich vermehren und, indem sie in das Blut übergehen, septische Infection bewirken. Dort und hier ist eine antiseptische Behandlung angezeigt, und bekanntlich hat sie bei Wunden in der neuesten Zeit die glänzendsten Resultate erlangt. Der antiseptische Verband kann irgend eine für die Fäulnisspilze als Gift wirkende Substanz benutzen. Er hat sich vorzüglich der Carbolsäure und Salicylsäure bedient; er könnte auch Ameisensäure oder andere Säuren, Salze, Alkohol etc.,

anwenden. Das beste Mittel ist dasjenige, welches den Spaltpilzen am meisten, der Wundfläche am wenigsten schadet, was nur durch Versuche sich entscheiden lässt.

Es wäre wohl eine ganz unrichtige Vorstellung, wenn man meinen sollte, dass beim antiseptischen Verband die Fäulnisspilze getödtet werden. Dazu reichen die angewendeten Mittel lange nicht aus; und es ist auch für einen günstigen Erfolg nicht nothwendig. Die Pilze müssen nur unwirksam gemacht werden, sodass sie keine schädlichen Zersetzungen verursachen, und sie müssen bewegungsunfähig gemacht werden, damit sie nicht durch die Wundfläche eindringen und ins Blut gelangen. Beim antiseptischen Verband, wie bei aller bisherigen Desinfection, versetzt man die Spaltpilze in einen Zustand, in welchem sie die Gährtüchtigkeit eingebüsst, dagegen die Lebensfähigkeit und vielleicht selbst die Fortpflanzungsfähigkeit behalten haben; man conservirt sie eine Zeit lang in einer unschädlichen Beschaffenheit.

Es wäre also unrichtig, wenn man etwa bei der mikroskopischen Untersuchung einer antiseptisch behandelten Wunde finden würde, dass Spaltpilze sich in Menge daselbst befinden und dass sie sich sogar vermehren, und wenn man dann daraus schliessen wollte, dass das Verfahren in diesem Falle ungenügend, und dass eine gesteigerte antiseptische Behandlung nothwendig sei. Ebenso wäre es unrichtig, wenn man aus der Beobachtung, dass auf fäulnissfreien Wunden Spaltpilze in Menge und vielleicht in Vermehrung vorkommen, folgern wollte, dass die antiseptischen Mittel nicht auf die Pilze, sondern in irgend einer andern Weise wirken.

Der antiseptische Verband kann also rationell keinen andern Zweck haben, als die Fäulnisspilze unwirksam zu machen. Eine Steigerung der Desinfectionsmittel über diesen Grad hinaus wäre überflüssig und ohne Zweifel für die Wunde nachtheilig, für welche es am zuträglichsten ist, wenn das Gift in möglichst geringer Menge mit ihr in Berührung kommt.

Ebenso ist es überflüssig, wenn man beim antiseptischen Verband auch noch die Absicht hegt, die Spaltpilze von der Wunde abzuhalten. Es werden in diesem Falle gleichzeitig zwei Zwecke verfolgt, die Unwirksammachung und die Abhaltung der Pilze, und diess ist jedenfalls ein Pleonasmus, da das Eine und das Andere für sich allein vollkommen ausreicht. Da es nun aber absolut unmöglich ist, die Spaltpilze von einer Wundfläche ganz auszuschliessen, so thut

man am besten, wenn man diese Absicht ganz aufgiebt, und das Augenmerk allein auf die Unschädlichmachung der Spaltpilze gerichtet hält. Es ist ja vollkommen gleichgültig, ob einige Hunderte oder Tausende von Pilzzellen mehr oder weniger auf einer Wundfläche liegen, insofern sie daselbst keinen Schaden anrichten. Wenn man als einziges rationelles Ziel die beständige Feuchthaltung der Wunde durch ein antiseptisches Mittel, welches die Pilze inactiv macht, verfolgt, so kann man den Verband bei gleicher Güte bedeutend vereinfachen.

Im Innern von Körperhöhlungen ist ein antiseptisches Verfahren im Allgemeinen nicht anwendbar, weil das Gift eine schädlichere Wirkung auf den Organismus ausübt als auf die Pilze. Dasselbe ist bei der Diphtherie versucht worden. Indessen genügen schon geringe Kenntnisse betreffend die Widerstandsfähigkeit der Spaltpilze, um einzusehen, dass die zur Anwendung kommenden Mittel — wässrige Lösungen von Weingeist, Chlor, Carbolsäure, Salicylsäure und verschiedenen Salzen, welche der Kranke stündlich ein paar Mal zum Gurgeln benutzt, — rein illusorisch sind. Die Pilze kommen im besten Falle momentan mit einer schwachen antiseptischen Flüssigkeit, welche nur Erfolg hätte, wenn sie die Pilzzellen fortwährend umspülte, in Berührung, während sie die ganze übrige Zeit in guter Nährlösung sich befinden. Aber diese schwache antiseptische Flüssigkeit benetzt momentan nur die oberflächlichen Pilze und dringt wahrscheinlich gar nicht zu den tiefer liegenden und allein gefährlichen vor. Wenn die Spaltpilze durch so leichte Mittel, wie sie bei der Diphtherie zur Anwendung kommen, unschädlich gemacht werden könnten, dann hätte es allerdings mit den Infectionskrankheiten und mit all dem Unheil, welches diese kleinen Wesen anrichten, keine Gefahr und die Menschheit wäre bald von einer grossen Plage befreit.

Nur in einem Falle können die Spaltpilze im Innern einer Körperhöhlung auf antiseptischem Wege unwirksam gemacht werden, nämlich im Magen, in welchem sich wegen schwachsaurer Reaction des Inhaltes die Spaltpilze vermehren. Es geschieht, wie ich früher angegeben habe, durch Zufuhr von Säuren (S. 49). Dieses Verfahren ist hier möglich, weil die Magenflüssigkeit normal sauer ist und antiseptisch wirkt, und der Zusatz von Säuren bloss eine Rückkehr zur normalen Reaction bedeutet.

X.

Abfuhr der Auswurfsstoffe.

Wo Menschen in grösserer Zahl beisammen wohnen, giebt es viele organische Stoffe, welche als nicht weiter verwendbar beseitigt werden müssen. Es sind diess vorzugsweise die Auswurfsstoffe der Menschen und Hausthiere, sowie die Abfälle der Nahrungsmittel und verschiedener Gewerbsthätigkeiten. Bleiben dieselben in der Nähe der Wohnungen und innerhalb der Ortschaften liegen, so gerathen sie in Zersetzung und verunreinigen die Luft wenigstens mit übelriechenden Gasen. Die Wegschaffung der Auswurfsstoffe und organischen Abfälle gilt allgemein für volkreiche Ortschaften als eine der wichtigsten hygienischen Massregeln; und jedenfalls ist es unbestreitbar, dass sie in ästhetischer Beziehung den ersten Rang einnimmt.

Man darf diese Angelegenheit aber nicht bloss vom hygienisch-ästhetischen Gesichtspunkte aus beurtheilen, da bei derselben sehr wichtige volkswirthschaftliche Interessen im Spiele sind. Die überflüssigen organischen Stoffe müssen nicht bloss auf die unschädlichste und am wenigsten unangenehme, sondern auch auf die billigste und für die Landwirthschaft nutzbringendste Weise fortgeschafft werden.

Meine Aufgabe besteht zwar bloss darin, die Massregeln von dem erstern Gesichtspunkte aus zu prüfen, und dieser soll überhaupt zunächst gewahrt werden. Indessen tritt die Berechtigung des zweiten unzweifelhaft ein, wenn sich für den ersteren in verschiedener Weise annähernd gleich gut sorgen lässt. Aber auch wenn diess nicht der Fall wäre, besteht doch eine gewisse Solidarität zwischen dem hygienischen und dem volkswirthschaftlichen Interesse; je mehr das letztere geschont wird, um so mehr kann für das erste in dieser und anderer Richtung geschehen.

In hygienischer Beziehung handelt es sich bloss darum, in wiefern organische Stoffe, welche während längerer oder kürzerer Zeit in der Nähe der menschlichen Wohnungen in irgend einer Form verweilen, oder für immer auf und in dem Boden liegen bleiben, gesundheitsschädliche Folgen haben können. Wir stehen hier abermals vor der Bodenverunreinigungsfrage, die in der neuesten Zeit auch in praktischer Richtung eine so verhängnissvolle Rolle spielt, da sie ohne alle Berechtigung zur Grundlage sehr weitreichender volkswirthschaftlicher Massnahmen gemacht wurde. Ich habe oben diese Frage ausführlich besprochen und gezeigt, dass man darüber bis jetzt eigentlich gar nichts Positives wusste und ohne hinreichenden Grund die Bodenverunreinigung allgemein als gesundheitsschädlich erklärte, dass dagegen die wissenschaftlich feststehenden Thatsachen zu dem Schlusse führen, dass die Verunreinigungen bald als nützlich, bald als schädlich, bald als gleichgültig zu betrachten sind und dass namentlich eine sehr reichliche Verunreinigung eher vortheilhaft wirken muss.

Die bisher unbestrittene Forderung, dass der Boden aus hygienischen Rücksichten möglichst vor Verunreinigung bewahrt werden müsse, hatte eine gewisse Berechtigung, die in dem Zusammenhange zwischen organischen Stoffen, Zersetzungsprocessen und Spaltpilzbildung gefunden werden mochte. Gleichwohl ist es sicher, dass, wenn man sich nicht mit dieser allgemeinen Analogie begnügt, sondern die damit zusammenhängenden einzelnen theoretischen und praktischen Fragen gestellt und zu beantworten gesucht hätte, der Ausspruch wohl viel weniger apodiktisch gefasst worden wäre. Jedenfalls mangelt ihm von nun an jede Berechtigung, und das bisher so beliebte Argument von dem „durch Verunreinigung verpesteten Boden“ wäre, wenn nicht die von mir angeführten Thatsachen und Versuche oder die daraus gezogenen Folgerungen als unrichtig nachgewiesen werden, in Zukunft nichts als müssiges Gerede einer dilettantenhaften Beschränktheit.

Um ein übersichtliches Bild über die Wirkungen der Bodenverunreinigung zu geben, stelle ich hier die früher erörterten Thatsachen, welche auf das vorliegende Thema Bezug haben, kurz zusammen, und zwar wähle ich als Beispiel einen porösen Boden mit wechselndem Grundwasserstande, wie wir ihn in München haben und wie er für Mitteleuropa als besonders siechhaft zu betrachten ist.

In dem Boden sind in jedem Zeitpunkte drei Zonen zu unterscheiden, die o b e r e, welche nie von dem Grundwasser erreicht wird,

also beständig trocken ist, die mittlere, welche zwischen der oberen und dem Grundwasser befindlich und zur Zeit trocken ist, zu andern Zeiten aber von dem Grundwasser überfluthet wird, und die untere zur Zeit von dem Grundwasser benetzte Schicht[1]). Die obere Zone behält die nämliche Ausdehnung, während die Grenze zwischen der mittleren und unteren wechselt. In der oberen (trocknen) Bodenschicht unterbleibt die Spaltpilzbildung, weil die Bodentheilchen nie lange genug benetzt bleiben; in der unteren (nassen) Bodenschicht bilden sich fortwährend Spaltpilze, können aber zur Zeit nicht in die Atmosphäre entweichen; in der mittleren (nasstrocknen) Schicht sind jeweilen bei früheren Benetzungen durch das Grundwasser Spaltpilze entstanden, nach dem Sinken des letzteren zurückgeblieben und nun bereit, mit Luftströmungen den Boden zu verlassen. Es ist also nur die mittlere Bodenzone gefährlich und daher ein Boden, dem sie überhaupt mangelt, nämlich ein solcher ohne Grundwasser oder mit gleichbleibendem Stande desselben, vollkommen siechfrei. Ist sie vorhanden, so tritt vollkommene Siechfreiheit nur bei dem höchsten Stande des Grundwassers ein; bei tieferen Ständen desselben besteht geringere oder grössere Siechhaftigkeit des Bodens und zwar geringe nach dem Steigen, erhebliche Siechhaftigkeit, wie sie Epidemieen bedingen kann, nach dem Fallen des Grundwassers.

Auf den Boden und in denselben kommen Excremente und Küchenabfälle, beide in flüssiger und fester Form. Da die Spaltpilzbildung an der Oberfläche des Grundwassers und in demselben erfolgt, so können nur hier die organischen Verunreinigungen schädlich werden, und zwar bloss dann, wenn sie nicht so reichlich vorhanden sind, dass sie wirkliche Fäulnissprocesse zur Folge hätten; denn in diesem Falle entstehen Fäulnisspilze und nicht Miasmenpilze.

Diess ist nun der Hauptpunkt, auf den es bei Beurtheilung der

1) Ich habe in der Anmerkung zu S. 174 für einen andern Zweck drei Regionen im Boden unterschieden, von denen die erste mit der jetzt angeführten oberen Zone identisch ist, die beiden folgenden aber die mittlere Zone bei tiefstem Grundwasserstande zusammensetzen.

Die im Texte unterschiedenen Zonen geben uns, wenn wir überdem noch die vorausgegangenen Grundwasserstände kennen, die Anhaltspunkte für die Beurtheilung der Siechhaftigkeit eines Bodens in einem gegebenen Zeitpunkte. Um seine Siechhaftigkeit überhaupt zu beurtheilen, müssen wir die mittlere nasstrockne Zone durch den höchsten und niedrigsten Stand, den das Grundwasser irgend einmal erreicht, begrenzen.

vorliegenden Frage ankommt, und gerade derjenige, über den wir durch die praktische Erfahrung nichts, durch wissenschaftliche Experimente sehr wenig wissen. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass auch in einem von aller Verunreinigung freigehaltenen Boden, sich aus humussaurem Ammoniak Spaltpilze bilden, und möglicher Weise sind es nach Analogie von Sumpfboden und von anderem feuchtem humosem Boden gerade Miasmenpilze.

Wie aber die organischen Stoffe, die aus Excrementen und Küchenabfällen ins Grundwasser kommen, auf diese Spaltpilzbildung einwirken, darüber haben wir nur die eine sichere Vorstellung, nämlich dass sie dieselbe quantitativ vermehren. Rücksichtlich des viel wichtigeren Umstandes, ob und unter welchen Bedingungen die Pilzbildung qualitativ schädlicher oder unschädlicher werde, darüber sind wir ganz im Unklaren, und wir können bloss vermuthen, dass eine sehr reichliche Verunreinigung dem Zersetzungsprocess mehr den Charakter der Fäulniss aufdrücke und die Miasmenbildung in die viel weniger gefährliche Fäulnisspilzbildung umwandle.

In einer Beziehung aber gewährt jede Bodenverunreinigung, die geringere sowie die reichlichere, einen sicheren Vortheil; sie erschwert mehr oder weniger das Entweichen der schädlichen Bodenkeime. Diess geschieht in doppelter Weise; die obere (constant trockne) Bodenschicht wird theils durch vermehrte Schimmelbildung, theils durch die nicht ganz austrocknenden und klebrig bleibenden organischen Substanzen unwegsamer gemacht, und in der mittleren (nasstrocknen) Schicht werden die Spaltpilze fester an die Bodentheilchen geleimt.

Wir sind also darüber im Ungewissen, ob die Bodenverunreinigung die Bildung der schädlichen Infectionskeime befördert oder nicht; und es ist gar nicht unmöglich, dass in dieser Beziehung die geringe Menge von organischen Stoffen, welche auch bei der allerstrengsten Controle vom Boden nicht ausgeschlossen werden kann, die schlimmsten Folgen hat, indess grössere Mengen günstiger wirken. Dagegen wissen wir, dass mit der steigenden Verunreinigung der Boden für die darin entstandenen schädlichen Keime unwegsamer und daher unschädlicher wird. Uebereinstimmend damit zeigt uns die Erfahrung, dass in manchen Fällen die grössten Mengen von Excrementen den Boden nicht siechhaft machen, dass dagegen zu den gefährlichsten Böden gerade solche gehören, welche bloss durch ihre Vegetation, also nach gewöhnlichen Begriffen nicht verunreinigt sind, — jedenfalls, soweit

wir ein Urtheil haben, nicht mehr, als es unter allen Umständen der am reinsten gehaltene Städteboden sein muss.

Aus diesen Erwägungen folgt nothwendig, dass, wenn wir uns nicht durch Vorurtheile, sondern durch Erkenntniss und Erfahrung leiten lassen, wir der Bodenverunreinigungsfrage vor der Hand nur eine ästhetische und volkswirthschaftliche, aber keine hygienische Bedeutung beilegen dürfen. Man kann dagegen nicht etwa einwenden, dass, da die Sache nicht entschieden sei, es immerhin besser wäre, den Boden rein zu halten; denn dieser Einwurf hätte nur dann einige Gültigkeit, wenn es sich um die Alternative handelte, ob die Verunreinigung schädlich oder gleichgültig, und nicht vielmehr darum, ob sie schädlich oder nützlich sich erweise.

Wenn es auch zweifelhaft ist, ob die Auswurfsstoffe und Abfälle, die in den Boden kommen, die Siechhaftigkeit desselben rücksichtlich der Beförderung der Infectionskrankheiten vermehren oder vermindern, so unterliegt es doch keinem Zweifel, dass die genannten Substanzen ausserhalb des Bodens und unter gewissen Umständen auch innerhalb desselben in faule Zersetzung übergehen und Fäulnisspilze bilden, welche nach dem Austrocknen in die Luft gelangen und auf den Menschen, wenn auch lange nicht in dem Grade wie die Miasmen, nachtheilig einwirken. Es muss daher bei der Behandlung der Auswurfsstoffe und Abfälle darauf Bedacht genommen werden, dass dieselben nicht austrocknen und dass sie sich namentlich nicht in Pulver und Staub verwandeln. Bleiben sie aber benetzt, so haben wir die Gewissheit ihrer Unschädlichkeit.

Benetzte Bodenschichten, die noch so reichliche Spaltpilze enthalten, benetzte Schmutzwinkel auf der Oberfläche, ferner Abtrittgruben, Tonnen und Kanäle mit flüssigem oder benetztem Inhalte sind vollkommen harmlos in Beziehung auf die Beförderung von Ansteckungskrankheiten. Sie können durch die Gase, die sie aushauchen, uns belästigen; aber es ist physikalisch unmöglich, dass ein nicht flüchtiger Stoff, ein Stäubchen, ein Spaltpilz, ein Ansteckungskeim sich aus ihnen in die Atmosphäre erhebe. Es ist hygienisch vollkommen gleichgültig, ob die Excremente und Abfälle an den genannten Orten in frischem oder zersetztem Zustande sich befinden, ob sie dort längere oder kürzere Zeit liegen bleiben.

Die Behandlung aller der Stoffe, welche aus dem Bereiche der Bevölkerung grosser Ortschaften entfernt werden müssen (Excremente, Abfälle von Küchen und Gewerben, Brunnen- und Regenwasser) kann im Allgemeinen nach drei verschiedenen Systemen erfolgen:

1) Alle flüssigen Stoffe werden unmittelbar dem Untergrunde der Bodenfläche, auf dem die Bevölkerung lebt, übergeben und nur die festen Stoffe, soweit sie nicht ebenfalls der Boden aufnehmen kann, werden fortgeführt (Versitzgruben).

Dieses System ist nur da möglich, wo ein poröser Boden unbegrenzte Mengen von Flüssigkeiten aufnehmen kann, die aus demselben stetig abfliessen. Der poröse Boden muss um so mächtiger und durchlässiger sein, je weniger eine geneigte Lage das Abfliessen erleichtert.

2) Alle flüssigen Stoffe, ebenso die festen, soweit es nicht ihr allzugrosser Umfang verbietet, werden durch unterirdische Kanäle aus der Ortschaft fortgeschafft (Schwemmkanäle).

Dieses System bedarf eines hinreichenden Gefälles, und soweit der Inhalt nicht von selbst abfliesst, muss er hin und wieder durch Wasser fortgespült werden. Die Schwemmkanäle setzen also eine gewisse Neigung der Bodenoberfläche voraus und sind bei vollkommen horizontaler Lage derselben unmöglich.

3) Die Excremente werden in den einzelnen Häusern in Tonnen oder luftdichte Röhren oder Abtrittgruben gesammelt und nachher aus den Ortschaften weggefahren. Dagegen fliesst das Abwasser von Küchen, Waschküchen und Gewerben sammt dem Brunnen- und Regenwasser durch Kanäle fort (bewegliche Tonnen oder Kübel, pneumatische Röhren von Liernur, gewöhnliche Abtrittgruben).

Beim Tonnensystem wird ein Fass im unteren Theil des Hauses aufgestellt, welches die Excremente aufnimmt und alle 8 Tage oder öfter abgeholt wird, indem ein anderes an dessen Stelle tritt. — Beim System von Liernur kommen die Excremente zunächst in ein eisernes becherförmiges Gefäss und aus diesem in eine unmittelbar unter demselben befindliche unterirdische eiserne Röhre von etwa 13 Centimeter Oeffnung. Mehrere solcher Röhren münden in einen unterirdischen eisernen Kessel. Jede Nacht werden die Excremente durch wiederholte Arbeit von Luftpumpen in den Kessel gezogen und von da dann abermals durch Luftpumpen in ein auf einem Wagen befindliches Fass geschafft und fortgeführt.

Der erste Eindruck der drei Systeme ist der, dass sie ebenso viele typische Verschiedenheiten für die Art und Weise, wie die Dinge von den Menschen behandelt werden, darstellen. Das Versitzgrubensystem ist die ursprünglich-naive Behandlungsweise, welche dem nächst liegenden Bedürfnisse Genüge leistet, und sich weiter keine Gedanken macht. Die beiden andern Systeme sind zwar ursprünglich ebenfalls durch das unmittelbare Bedürfniss, welches durch die Versitzgruben wegen lokaler Ursachen nicht befriedigt werden konnte, hervorgerufen worden, aber sie haben sich unter dem Einflusse der Ueberlegung ausgebildet und unter diesem Einflusse sich auch da Eingang verschafft, wo für sie jenes unmittelbare Bedürfniss nicht besteht.

Schwemm- und Tonnensystem aber verhalten sich zu einander wie Maschinenarbeit und Handarbeit, wie Neuzeit und Zopfzeit. Das Tonnensystem sucht durch menschliche Arbeit und zahllose Einzelleistungen in etwas verschnörkelter Weise mühsam zu Stande zu bringen, was das Schwemmsystem in einer einzigen grossen Arbeitsleistung des Wassers vollbringt. Das Tonnensystem hat sein Vorbild in China und Japan, und in der That muthet es uns etwas chinesisch an; es trägt ein kleines Zöpfchen, welches als Symbol das Reich der Mitte gegenüber dem Abendlande und die gute alte Zeit gegenüber der besseren neuen kennzeichnet.

Diess ist der erste Eindruck, den die drei Systeme auf den Unbefangenen machen. Er entscheidet noch nichts; denn es wäre ja möglich, dass die Handarbeit trotz der Mehrkosten in diesem Falle wie in manchen andern der Fabrikarbeit vorgezogen werden müsste, und es wäre selbst möglich, dass die Ueberlegung, welche das Versitzgrubensystem durch ein anderes ersetzte, nicht überall auf der richtigen Fährte sich befände und dass der Fortschritt, der bei oberflächlicher Betrachtung als selbstverständlich erscheint, bei genauerer Ueberlegung zweifelhaft würde.

Ich will die verschiedenen Systeme zunächst in hygienischer und dann noch kurz in ästhetischer und volkswirthschaftlicher Hinsicht besprechen.

Was zuerst die Versitzgruben betrifft, so scheinen sie in einem porösen Boden von der Natur selbst angedeutet zu sein. Die Flüssigkeiten verschwinden in demselben, indem sie abfliessen; die zurückbleibenden festen Stoffe werden, sowie sie sich angehäuft haben,

je nach einigen Jahren fortgeführt. — Gegen diese Versitzgruben wurde nun die Acht ausgesprochen, nicht weil auf inductivem Wege ihre Schädlichkeit sich als Thatsache herausgestellt hätte, sondern weil man auf theoretischem Wege zu der Meinung kam, die Bodenverunreinigung müsse verderblich sein.

Indem ich mich darauf beziehe, was ich wiederholt schon über diesen Gegenstand gesagt habe, spreche ich hier bloss die Folgerungen für die verschiedenen Fälle aus. Es ist zunächst einleuchtend, dass Versitzgruben, welche die Abtrittflüssigkeit, das Abwasser von Küchen und Gewerben und das Brunnenwasser aufnehmen, in einer Beziehung ganz ungefährlich sind; dieselben geben täglich eine annähernd gleiche Menge Flüssigkeit an den Boden ab, sodass fortwährend der nämliche Raum in demselben benetzt bleibt. Da nun bloss in dem benetzten Boden schädliche Keime entstehen und da sie ferner erst nach dem Austrocknen denselben verlassen, so können, auch wenn sich noch so viele Spaltpilze in der Nähe der Versitzgruben bildeten, doch keine in die Atmosphäre entweichen und Schaden anrichten.

Etwas anders gestaltet sich die Sache, wenn auch das Regenwasser in die Versitzgruben geleitet wird. Dann tritt zeitweise eine grössere Menge von Flüssigkeit aus denselben in den Boden über, und es ist wahrscheinlich, dass der letztere nun in einem etwas weiteren Umfange benetzt wird. Nach dem Regen trocknet der neubenetzte Raum wieder aus. Die Schwankungen, die auf diese Weise durch das Regenwasser in der Benetzung des Bodens verursacht werden, sind jedenfalls um so weniger schädlich, je poröser derselbe ist. Ich habe in dem vorhergehenden Kapitel gezeigt, dass die obere Region des Bodens, welche von dem Grundwasser nie erreicht wird, gerade so wie ein Boden ohne Grundwasser beständig siechfrei bleibt, obgleich sie verunreinigt ist und ab und zu von dem Regenwasser durchnässt wird. Die Benetzung dauert einmal zu kurze Zeit, um eine sehr erhebliche Vermehrung der Spaltpilze zu gestatten; und wenn auch diese Vermehrung erfolgt, so werden von dem stetig in Bewegung befindlichen Wasser fast alle Spaltpilze in das Grundwasser geführt. Gerade so verhält es sich mit dem Bodenraum um die Versitzgruben, welcher bei Regenwetter neu benetzt wird und nach demselben wieder abtrocknet. Er wird von der benetzten Flüssigkeit selbst ausgewaschen [1]).

1) Man darf die nasstrockne Beschaffenheit, welche das Regenwasser in der

Wir dürfen also wohl mit Grund annehmen, dass Versitzgruben in keinem Falle durch die Verunreinigung des porösen Bodens Gefahr bringen. Nur wenn derselbe sehr wenig porös ist, könnte das Einleiten des Regenwassers in die Versitzgruben Bedenken erregen, weil dann die Mehrbenetzung, welche durch das letztere stattfindet, erst nach längerer Zeit und nur langsam wieder verschwindet und daher viel eher Spaltpilze in dem abtrocknenden Bodenraum zurückbleiben. In einem solchen Falle würde es sich empfehlen, entweder das Regenwasser oberirdisch abzuleiten oder dann zwei verschiedene Versitzgruben in hinreichender Entfernung von einander herzustellen; die eine für die Abtrittflüssigkeit und für das Brunnenwasser sammt Wasch- und Spülwasser, die andere für das Regenwasser. Man hat dann in der ersteren eine ganz unschädliche Einrichtung, und man hat die Gefährlichkeit der letzteren, welche dem Boden eine nasstrockne Beschaffenheit verleiht, soviel als möglich vermindert, indem man ihr nur ganz reines Wasser übergiebt.

Was ich bis jetzt über die Ungefährlichkeit der Versitzgruben gesagt habe, gilt ganz entschieden und ohne Einschränkung für einen porösen Boden ohne Grundwasser und mit gleichbleibendem Grundwasserstande. Was einen Boden mit wechselndem Grundwasserstand betrifft, so ist einleuchtend, dass auch hier die Versitzgruben, mit Rücksicht auf die Bodenverunreinigung über dem Grundwasser, durchaus unschädlich sind, und dass sie nur allenfalls durch Verunreinigung des spaltpilzführenden Grundwassers schädlich werden können. Ich habe diese Frage bereits wiederholt berührt und gefunden, dass wir sie noch nicht beantworten können, dass aber wahrscheinlicher Weise eine sehr starke Beimengung von organischen Verbindungen, wie gerade die Versitzgruben sie bewirken, eher vortheilhaft wäre, weil die Miasmenbildung mehr den Charakter der Fäulnisspilzbildung annehmen dürfte.

Wenn die Bedeutung der Versitzgruben rücksichtlich der Beförderung oder Beeinträchtigung der Miasmenbildung in einem durch

Umgebung der Versitzgruben hervorbringt, nicht mit derjenigen vergleichen, welche die Folge der Grundwasserschwankungen ist. Beim Sinken des Grundwassers bleiben die Spaltpilze, die vorzüglich in der capillar benetzten Bodenschicht unmittelbar über demselben sich befinden, vollständig zurück, und auch die übrigen, die fast ausschliesslich an der Oberfläche des äusserst langsam zurückweichenden Grundwassers leben, bleiben in ihrer Mehrzahl an den Bodentheilchen hängen.

wechselnden Stand des Grundwassers siechhaften Boden zweifelhaft ist, so bieten sie in anderer Beziehung einen ganz unzweifelhaften Vortheil dar. Ein grosser Theil des Bodens über dem Grundwasser wird durch sie benetzt und somit für die Infectionskeime unwegsam. Besonders günstig ist es, wenn die Grundmauern und der Untergrund der Häuser durch die Versitzgruben nass gehalten werden, weil dann die Wohnungen vor der vom Boden ausgehenden miasmatischen Infection geschützt sind. Die Versitzgruben bringen den nämlichen Nutzen einem Hause, wie die undichten Abtrittschläuche den zunächst liegenden Zimmern (S. 207, Anmerkung).

Fassen wir alles zusammen, so ergiebt sich als Gesammtresultat, dass es für einen porösen Boden in hygienischer Beziehung günstiger ist, wenn Versitzgruben mit beliebiger Einrichtung vorhanden sind als wenn sie mangeln; dass die günstigen Folgen um so deutlicher hervortreten, je poröser der Boden ist, und nur in einem sehr wenig porösen Boden an die Bedingung geknüpft sind, dass das die Schwankungen in der Bodenbenetzung verursachende Regenwasser durch Kanäle fortgeleitet werde.

Die Versitzgruben können aber gefährlich werden, wenn man sie aufgiebt und das Wasser sammt den Abfällen durch neu hergestellte Kanäle fortleitet, denn jetzt trocknet der früher benetzte und mit Spaltpilzen erfüllte Boden aus und sendet dieselben mit Strömungen der Grundluft in die Atmosphäre. So brachen in Savannah, nachdem man die Schwindgruben geleert und der Austrocknung überlassen hatte, Gelbfieber-Epidemieen aus, und in Rio Janeiro sind die Malariafieber häufiger und bösartiger geworden, seitdem man den Boden der Stadt durch unterirdische Kanäle trocken zu legen anfing. Es ist mir auch gar nicht undenkbar, dass der üble Ruf, in den das „Münchner Klima“ in neuerer Zeit gerathen ist, zum Theil wenigstens von der angeordneten Auflassung der Versitzgruben herstammt, und dass die Besserung, welche man in der letzten Zeit beobachtet haben will, nicht etwa durch die cementirten Abtrittgruben und die Wassersiele, sondern einfach durch den Umstand zu erklären ist, dass die schlimme Wirkung der ausgetrockneten Versitzgruben ihrem Ende entgegengeht.

Die Schwemmkanäle, welche alle flüssigen und soweit es möglich ist, auch alle festen Auswurfsstoffe und Abfälle aufnehmen,

bieten sich naturgemäss da an, wo der dichte Boden die Einrichtung von Versitzgruben nicht gestattet. Sie werden aber auch für einen porösen Boden verlangt, weil man irriger Weise die Versitzgruben für schädlich erklärt; sie liessen sich hier allenfalls zu dem Zwecke herstellen, um die Düngstoffe für die Landwirthschaft nutzbringend zu machen.

Den Schwemmkanälen werden in hygienischer Hinsicht zwei Vorwürfe gemacht, dass die aus ihnen aufsteigende Luft Infectionskeime enthalte und dass sie wegen undichter Beschaffenheit den Boden verunreinigen. Mit Rücksicht auf den ersteren Vorwurf werden ein hinreichendes Gefäll und eine reichliche Durchspülung mit Wasser verlangt, damit der Kanalinhalt nicht Zeit habe, in faule Zersetzung zu gerathen.

Hiegegen ist zu erwidern, dass die Kanäle geschlossen sind, dass sie beständig Flüssigkeit führen und dass daher aus ihnen unmöglich andere als gasförmige Stoffe (die jedenfalls keine Infection bewirken) entweichen können. Es ist daher ganz unbegreiflich, dass ohne einen positiven Anhalt die Behauptung* ausgesprochen wird, es vermehrten sich die Ansteckungsstoffe in den Kanälen und gelangten mit den Luftströmungen oder längs der Wände in die Abtritte und Wohnungen. Wenn diess möglich wäre, so müssten ja alle unsere Häuser, die noch Abtrittgruben besitzen, mit Infectionsstoffen erfüllt sein; denn in den Gruben würden sie sich gewiss ebenso gut bilden wie in den Kanälen, und der Weg in die Wohnungen wäre noch kürzer. Nun entstehen aber sehr wahrscheinlich in den Gruben und in den Kanälen nicht Infectionspilze, sondern Fäulnisspilze; und ferner ist es ja überhaupt gleichgültig, was darin entsteht, weil keine festen und flüssigen Theilchen in die Luft entweichen können.

Ich halte es in hygienischer Beziehung mit Rücksicht auf die Verbreitung von Infectionskrankheiten für ganz unerheblich, ob der Kanalinhalt sich langsam oder rasch bewege, ob er längere oder kürzere Zeit liegen bleibe, ob er mit mehr oder weniger Wasser verdünnt sei, ob er vor Zersetzung bewahrt bleibe oder ein beliebiges Stadium der Fäulniss erreiche. Die Kanäle sind immer unschädlich, solange sie im Gebrauche sind. Sie könnten bloss allenfalls gefährlich werden, wenn sie ausser Gebrauch gesetzt würden und in Folge dessen austrockneten. Dann würden die schädlichen Keime (wahrscheinlich Fäulnisspilze) von Luftströmungen herausgeführt.

Der andere Vorwurf, welcher die Schwemmkanäle trifft, dass sie nie ganz dicht seien, dass daher ein Theil ihres Inhaltes heraustrete und den Boden verunreinige, ist richtig. Die Kanäle werden immer stellenweise sich wie ganz kleine Versitzgruben verhalten und im Kleinen die Vortheile und Nachtheile der Versitzgruben darbieten. Da nun die letztern zum mindesten unschädlich sind, können wir auch den undichten Kanälen keine grosse Gefährlichkeit beimessen. Es ist selbst möglich, dass die Undichtheit wenigstens stellenweise von günstigen Folgen begleitet wird.

Es könnte, wenn in einer Ortschaft, die bisher Abtrittgruben hatte, Schwemmkanäle errichtet werden, unter bestimmten Umständen erwünscht sein, die ersteren neben den letzteren beizubehalten und einfach die Gruben in die Kanäle münden zu lassen. Es wäre das eigentlich nichts anderes als ein Schwemmkanalsystem mit einer grossen Schlammgrube bei jedem Haus, aus der zunächst nur das Flüssige fortginge; und in hygienischer Beziehung wäre nichts geändert, als dass nun noch bei jedem Haus sich ein undichter Behälter befände, der mehr oder weniger als kleine Versitzgrube functionirte. Da nun nach meiner Ansicht eine Versitzgrube in nächster Nähe eines Hauses auf einen siechhaften Boden durch Benetzung des Untergrundes und der Grundmauern vortheilhaft wirkt, so können Abtrittgruben, welche den Kanälen beigefügt werden, nur günstige Folgen haben.

Der Inhalt der Schwemmkanäle dient entweder zur Berieselung von Kulturland, oder er wird in Flüsse geleitet. Letzteres beanstandet man in hygienischer Beziehung. Stichhaltige Gründe werden zwar nicht angeführt und öfter wird, statt irgend welcher Gründe, nur das Schlagwort der gemeinschädlichen Verpestung der Flüsse ausgegeben, wobei es zweifelhaft ist, ob die Besorgniss den Fischen und Krebsen oder den Anwohnern gilt. Ich möchte übrigens vermuthen, dass es mit der Verpestung der Flüsse nicht immer ernsthaft gemeint ist und dass das Schlagwort bloss auf ein naturwissenschaftlich ungebildetes Publikum einen gelinden Druck ausüben soll.

Es ist jedem nur einigermassen Urtheilsfähigen einleuchtend, dass die Frage, welche Folgen das Einleiten von Abfuhrkanälen in Flüsse habe und ob dasselbe aus irgendwelchen Gründen gestattet werden könne, nicht allgemein, sondern nur mit Rücksicht auf den besondern Fall beantwortet werden kann. Die Antwort hängt ja ab von

der Menge und Strömungsgeschwindigkeit des Flusswassers und von der Menge und chemischen Beschaffenheit des eingeleiteten Kanalinhaltes, um von andern Umständen (chemische Beschaffenheit und Temperatur des Flusswassers, Gestalt des Flussbeetes und der Ufer, Luftströmungen u. dgl.) gar nicht zu reden. Es wäre also ganz unstatthaft, etwa das Beispiel von London und der Themse oder von Paris und der Seine auf eine andere Stadt und Fluss anzuwenden, ohne vorher zu zeigen, dass irgendwelche Berechtigung in den quantitativen Verhältnissen dafür vorliege. Diess wäre ja nicht viel besser, als einem Mässigen den Wein verbieten, weil ein Trunkenbold sich damit zu Grunde gerichtet hat.

Für jeden einzelnen Fall müssen also die Verhältnisse besonders erwogen und daraus die Folgen abgeleitet werden. Für München ergiebt sich beispielsweise folgende Berechnung.

Die beiden Hauptkanäle, in welchen der grössere Theil des Isarwassers die Stadt durchfliesst, geben 51 Kubikmeter in der Sekunde, also im Tag 4400000 Kubikmeter oder 4400000000 Kilogramm. Die Excremente der Bevölkerung Münchens, diese zu 200000 Personen und auf die Person 1 Kilogramm Excremente gerechnet, betragen täglich 200000 Kilogramm. Also kommen auf 4400000000 Kilogramm Wasser 200000 Kilogramm Excremente, oder 1 Gewichtstheil Excremente auf 22000 Gewichtstheile Wasser.

Wenn alle Excremente der Bewohner Münchens in die Isar geleitet werden, so sind dann in ihrem Wasser 0,0045 oder $\frac{1}{220}$ Procent dieser gefürchteten Stoffe enthalten. Hiezu ist zu bemerken, dass das Gewicht der frischen Excremente in Rechnung gebracht wurde. Der grösste Theil derselben ist aber Wasser; die festen Stoffe betragen etwa 100 Gramm täglich auf eine Person. Also kommt 1 Gewichtstheil Trockensubstanz der Excremente auf 220000 Wasser der Isar, oder das Wasser enthält nach der Verunreinigung 0,00045 oder $\frac{1}{2200}$ Procent dieser Trockensubstanz.

Es ist diess eine Verunreinigung von wahrhaft lächerlicher Geringfügigkeit. Nehmen wir an, die Excremente wären das allerheftigste Gift, sie wären z. B. so giftig wie Coniin und die Anwohner der Isar unterhalb Münchens tränken bloss Isarwasser (1 Person täglich $\frac{3}{4}$ Liter), so würden diese von den Wirkungen des Giftes nicht gar viel spüren, indem sie dann die nämliche Dosis desselben eingenommen hätten, die ein Kranker im Tag bekommen darf.

Die hundertfache Menge der Excremente aber wäre nicht hinreichend, um dem Isarwasser einen nur im geringsten bemerkbaren Geruch oder Geschmack zu ertheilen.

Die Wirkung, welche das Einleiten von Abfuhrkanälen in Flüsse hat, wird nicht nur durch die Mengenverhältnisse, sondern wesentlich auch durch die Strömungsgeschwindigkeit des Flusswassers bedingt. Die Isar hat eine sehr starke Strömung (etwas mehr als 1 Meter in der Sekunde), welche die festen organischen Stoffe mit fortreisst und sie verhindert, sich auf den Grund zu setzen. Desshalb ist die soeben berechnete Verunreinigung ($\frac{1}{2200}$ Procent) die höchste, welche durch eine Bevölkerung von 200 000 Personen in der Isar hervorgebracht werden kann; sie zeigt sich in diesem Betrage unmittelbar unterhalb der letzten Einleitungsstelle und nimmt von da, wegen der sogleich beginnenden Zersetzung, stetig ab, bis sie in einer gewissen Entfernung unterhalb der Stadt ganz verschwunden ist.

Das Wasser der Themse bei London und der Seine bei Paris ist nicht etwa desswegen so verdorben, weil es verhältnissmässig 10 mal mehr Auswurfsstoffe erhält, als die Isar in München bekäme, sondern desswegen vorzüglich, weil es 7 bis 9 mal langsamer strömt; das Themsewasser bei London wird zudem durch die Fluth des Meeres nicht bloss gestaut, sondern stromaufwärts getrieben. Wegen der schwachen Strömung der beiden Flüsse werden die festen Auswurfsstoffe nicht fortgeschwemmt, sondern fallen als Schlamm auf den Grund und bilden bei Paris Bänke, die zeitweise selbst über den Wasserspiegel hervorragen. Es ist einleuchtend, dass dadurch die Zersetzungsprocesse, statt sich auf eine lange Strombahn zu vertheilen, auf einen kleinen Raum zusammengedrängt werden und dass somit die Verunreinigung des Wassers an dieser Stelle ungemein gesteigert ist.

Wie hoch diese Steigerung sich belaufe, lässt sich nach den Angaben nicht einmal annähernd schätzen; sie erreicht jedenfalls mehr als das Zehnfache, vielleicht mehr als das Hundertfache, des Betrages, den die Verunreinigung bei einer Strömungsgeschwindigkeit, wie sie die Isar besitzt, erlangen würde. Wenn nun die Auswurfsstoffe Münchens im Verhältniss zur Wassermenge, die der Fluss vorbeiführt, bloss den 10. Theil derjenigen von Paris und London betragen, so müsste mit Rücksicht auf die Strömungsgeschwindigkeit der Flüsse die Bevölkerung Münchens um das 100- oder 1000fache

sich vermehren, ehe die Isar ebenso unrein würde, wie es jetzt Seine und Themse sind.

Weit entfernt also, dass das Wasser der Isar durch die Auswurfsstoffe Münchens und aller Ortschaften, die ihr anliegen, irgendwie verdorben würde, können wir im Gegentheil mit vollkommener Bestimmtheit sagen, dass dadurch die Vegetation im Flusse und die von derselben bedingte Fischzucht nicht einmal sehr beträchtlich vermehrt würden und dass es einer noch viel stärkeren Verunreinigung bedürfte, um ein Gedeihen der Pflanzen und Thiere zu bewirken, wie wir es in langsam fliessenden Flüssen beobachten.

Aber nicht bloss das Einleiten der Schwemmkanäle in die Flüsse, auch die Verwendung ihres Inhaltes zur Berieselung von Kulturboden wird beanstandet; es sollen aus derselben gesundheitsschädliche Folgen für die anwohnende Bevölkerung zu befürchten sein. In dieser Beziehung wird es aber lediglich auf die Art der Kultur ankommen. Wenn man in wärmeren Ländern mit der Flüssigkeit der Abfuhrkanäle Reisfelder düngen wollte, so würde vielleicht Malaria entstehen, eben so wie sie jetzt bei der Ueberschwemmung mit Flusswasser entsteht.

In Mitteleuropa kann man nur Wiesen mit den Schwemmkanälen berieseln, und in diesem Falle ist eine gesundheitsschädliche Wirkung eben so wenig denkbar, als sie thatsächlich beim landwirthschaftlichen Betrieb besteht, welcher Felder und Wiesen mit flüssigem und festem Dünger überdeckt und die Rieselwiesen mit Wasser überfluthet. Ich werde hierauf noch in diesem Kapitel zu sprechen kommen, und bemerke hier bloss noch, dass eine Berieselung mit der Flüssigkeit der Schwemmkanäle mir weniger gefährlich erscheint als eine solche mit Quell- oder Flusswasser, weil in jener eher Fäulnisspilze, in dieser eher Miasmenpilze entstehen.

Als ein besonderer Einwurf gegen die Berieselung in Mitteleuropa wurde angeführt, dass in unserem strengen Winter die Flüssigkeit gefriere und während einiger Monate nicht versitzen könne, dass somit der Boden versumpfe und dass die schlimmsten Folgen für die Gesundheit der Anwohner zu befürchten seien. Nach den bisherigen Auseinandersetzungen ist es beinahe überflüssig, diesen Einwurf besonders zu widerlegen. Er zeigt, wie wenig man sich klar gemacht hat, was Versumpfung ist und wodurch sie schädlich wird.

In unserem Klima, in welchem der Winter länger andauert, wird

die Berieselungsfläche wohl am besten durch Dämme in Felder abgetheilt und diese während des Frostes nach einander gefüllt. Sie enthalten bis zum Frühjahr Eis, von welchem bloss gasförmige Theile entweichen. Mit der Rückkehr der Wärme schmilzt das Eis, und der Boden nimmt das Wasser auf; auch jetzt kann nichts Schädliches in die Luft kommen.

Während beim Versitzgrubensystem und beim Schwemmsystem alle flüssigen und, soweit es möglich ist, auch die festen Stoffe in gleicher Weise behandelt, entweder alle dem Erdboden übergeben oder alle durch Kanäle fortgespült werden, tritt beim Tonnensystem, beim System der pneumatischen Röhren und beim Grubensystem, wie wir es jetzt noch in München haben, eine doppelte Behandlung ein, wesshalb diese Systeme auch als gemischte bezeichnet werden können. Die flüssigen und festen Excremente kommen nämlich in die beweglichen Fässer, in die pneumatischen Röhren oder in die cementirten Gruben, aus denen sie nach Bedarf geruchlos fortgeführt werden; — dagegen wird das Abwasser von Küchen, Waschküchen und Gewerben, sowie das Brunnen- und Regenwasser durch Kanäle (Siele) fortgeleitet.

Diese Trennung wurde durch die Meinung veranlasst, dass die beiden Gruppen von Abfällen eine ungleiche hygienische Bedeutung besitzen; man hielt die Excremente für viel gefährlicher als das Küchenwasser, — eine Hypothese, für welche weder Thatsachen der Erfahrung noch die wissenschaftlichen Ergebnisse der Pilzphysiologie sprechen. Beide Arten von Abfällen gehen in Fäulniss über, und wenn es sich um die Menge der gebildeten Spaltpilze handelt, so müssten im Gegentheil die Küchenabfälle für gefährlicher gehalten werden als die Abfälle des menschlichen Körpers, denn sie enthalten die besseren Nährstoffe und bewirken eine raschere und reichlichere Spaltpilzbildung.

In hygienischer Beziehung könnte man diesem System ebenfalls den Vorwurf machen, dass die Siele undicht seien und den Boden verunreinigen; diess würde auch für die Abtrittgruben gelten, sofern welche vorhanden sind. Allein es darf dieser Umstand, eben so wenig wie beim Schwemmkanalsystem, als nachtheilig betrachtet werden. Im Uebrigen wäre wohl nichts Erhebliches gegen das gemischte System einzuwenden.

Nachdem die drei Systeme der Abfuhr mit Rücksicht auf ihre hygienische Bedeutung einzeln betrachtet wurden, müssen sie noch unter einander verglichen werden. Ich habe bis jetzt vorausgesetzt, dass die Vorschriften jedes einzelnen Systems sorgfältig befolgt, dass alle Abfälle denselben entsprechend entfernt, und dass nichts davon etwa in anderer Weise beseitigt werde. Wäre diese Voraussetzung unrichtig, so könnte auch die hygienische Bedeutung etwas anders ausfallen als ich sie angegeben habe.

Es ist daher zunächst die Frage, ob für alle Systeme die nämliche Sicherheit einer strengen Durchführung bestehe. Letzteres kann für das System der Versitzgruben und der Schwemmkanäle unbedingt bejaht werden. Denn es lassen sich ja die Versitzgruben und die Einmündungen in die Schwemmkanäle beliebig vermehren; es können so viele öffentliche Abtritte in den Strassen eingerichtet werden als man will.

Diess ist bei der dritten Systemgruppe, bei den gemischten Systemen nicht der Fall. Bewegliche Tonnen und pneumatische Röhren erfordern eine accurate Anlage und eignen sich auch wohl nur für die Häuser. Wenn auch der Kostenpunkt so geordnet wird, dass der regelmässige Besuch des Abtrittes für die Bewohner eines Hauses keine Mehrkosten verursacht, so wird doch das Verbot, sich seiner Bedürfnisse anderswo zu entledigen, aus Bequemlichkeit so häufig umgangen. Und obgleich man diese Umgehungen schon zum voraus nicht gering anschlagen möchte, so scheinen sie in Wirklichkeit die Vermuthung noch weit zu übertreffen; — denn in der englischen Stadt Rochdale, wo das Tonnensystem eingeführt ist, soll die in den Fässern abgeführte Menge von Excrementen nur den vierten Theil von derjenigen betragen, welche erfahrungsgemäss die Bevölkerung liefert, und in München, wo die Auswurfsstoffe zunächst in cementirte Gruben kommen und dann auf Wagen fortgeschafft werden müssen, soll gar nur der zehnte Theil das verordnungsmässige Schicksal erfahren und 9 Zehntheile sollen in der Stadt bleiben.

Die wichtige Frage wäre nun, wo die grosse Menge der verloren gegangenen Auswurfsstoffe hingekommen ist. Dass sie auf irgendeine Weise in den Boden gelangen und denselben verunreinigen, wissen wir zwar; aber wir sollten wissen, ob sie ihn auf schädliche oder nützliche Art verunreinigen. Es liegt nun nahe, dass, wenn irgend einmal Bodenverunreinigungen Bedenken erregen, es gerade diese sind. Die den Tonnen, pneumatischen Röhren und Abtrittgruben entzogenen

Auswurfsstoffe werden nicht immer an den gleichen Orten abgelagert; bald entsteht da bald dort ein Schmutzwinkel, bald wird da bald dort ein solcher weniger benutzt oder zeitweise aufgegeben. Wir können also mit vollkommener Sicherheit sagen, dass der Boden bei dieser ungeordneten und unbeaufsichtigten Verunreinigung nicht nur stellenweise benetzt und mit Spaltpilzen erfüllt wird, sondern dass er auch ab und zu wieder austrocknet und die schädlichen Keime möglicher Weise in die Luft, die die Bevölkerung einathmet, entweichen lässt. Es werden diess vorzüglich Fäulnisspilze, unter Umständen aber auch Miasmenpilze sein.

Die gemischten Systeme sind also immerhin mit einer Gefahr verknüpft, welche den Versitzgruben und den Schwemmkanälen ferne bleibt. Bei den beiden letzteren Systemen wissen wir, in welcher Weise der Boden verunreinigt wird; wir wissen, dass die verunreinigten Stellen nicht austrocknen und gefährlich werden, und wenn etwa diess irgendwo zu befürchten wäre, so liesse sich durch Regelung der versitzenden Flüssigkeitsmengen die Gefahr beseitigen.

Betrachten wir bloss den Grad der Bodenverunreinigung, so ist diese natürlich beim Versitzgrubensystem am grössten, beim Schwemmsystem am geringsten; bei den gemischten Systemen beträgt sie mittlere Werthe. Die Verfechter des Tonnensystems und der pneumatischen Röhren stellen zwar die Sache so dar, als ob bei diesen Systemen am wenigsten organische Stoffe in den Boden kämen. Diess ist nun durchaus unrichtig. Es müssen ja neben den beweglichen Tonnen oder den pneumatischen Röhren immer auch noch Schwemmkanäle da sein, welche das Abwasser fortführen. Diese Kanäle geben von ihrem Inhalte nicht weniger ab, als wenn sie überdem noch Harn und Koth enthielten. Sie geben sogar mehr ab; denn beim gemischten System, welches grosse Ausgaben für die Abfuhr vermittelst beweglicher Tonnen oder pneumatischer Röhren in Anspruch nimmt, kann man den Kanälen nur eine geringere Sorgfalt und weniger Geldmittel zuwenden. Eine Bodenverunreinigung kann nur durch Bildung von Infectionskeimen, d. h. von Spaltpilzen schädlich werden; in dieser Hinsicht aber halte ich das Abwasser der Küchen für gefährlicher als die Excremente, und ich glaube, dass der Inhalt eines Schwemmkanals durch Aufnahme der Excremente durchaus nicht verderblicher wird.

Die Rechnung ist nun ziemlich einfach. Durch die Undichtheit der Kanäle verliert das gemischte System wenigstens eben so viel als

das der reinen Schwemmkanäle an den Boden. Das letztere System kann leicht so eingerichtet werden, dass es sonst keinen Verlust hat. Die ganze Menge von Auswurfsstoffen, die den beweglichen Tonnen oder den pneumatischen Röhren entzogen werden, ist also ein Mehrverlust oder eine Vermehrung der Bodenverunreinigung, welche diesem System zur Last fällt. Damit wollte ich indess nur eine Thatsache feststellen, die fortwährend bei der Besprechung der verschiedenen Abfuhrsysteme zur Sprache kommt und zwar meist in unrichtiger Weise. Dass die Verunreinigung an und für sich schädlich sei, bestreite ich, und wenn ich diejenige, welche das gemischte System veranlasst, für einigermassen gefährlich halte, so geschieht es nicht wegen der Menge sondern wegen der Art, wie die Verunreinigung stattfindet.

Das Resultat, welches die Vergleichung der verschiedenen Systeme der Abfuhr in hygienischer Beziehung ergiebt, ist also folgendes. Das Versitzgrubensystem verursacht die reichlichste aber günstigste Bodenverunreinigung. Das System der Schwemmkanäle hat die geringste und zugleich eine ungefährliche Bodenverunreinigung zur Folge. Das gemischte System (bewegliche Tonnen, pneumatische Röhren, cementirte Gruben für die Excremente und ausserdem Schwemmkanäle für das Abwasser) veranlasst eine in quantitativer Hinsicht mittlere und theilweise eine vielleicht verdächtige Verunreinigung.

Bei der Vergleichung der verschiedenen Abfuhrsysteme in ästhetischer Beziehung handelt es sich um den unangenehmen Eindruck, der auf unseren Geruchs- und Gesichtssinn ausgeübt wird. Die Abfälle, welche aus unserer Nähe entfernt werden, sind besonders durch den üblen Geruch lästig, den sie schon anfänglich haben oder jedenfalls nach einiger Zeit durch Fäulniss annehmen. Durch die Gase, welche frei werden, kann auch unser leibliches Wohlbefinden etwas leiden; doch ist diese gesundheitsschädliche Wirkung gegenüber derjenigen, welche die Infectionskeime ausüben, verschwindend klein und wird daher besser bei der ästhetischen als bei der hygienischen Bedeutung besprochen.

Den Anforderungen in ästhetischer Beziehung genügen die Systeme der Versitzgruben und der Schwemmkanäle ziemlich gleich gut. Gut gedeckte Versitzgruben, Schwemmkanäle mit Wasserabschlüssen in den Strassen sind vollkommen geruchlos. Beide gestatten auch die Einrichtung von Wasserabschlüssen (Waterclosets) in den Abtrittsitzen, wodurch die Abtritte und die Wohnungen eine reine Luft bekommen,

und überdem auch jede Gefahr, dass Infectionskeime aus den Abtrittschläuchen emporsteigen, für alle Fälle aufs Gründlichste beseitigt wird.

Die beiden Systeme gewähren ferner den Vortheil, dass nichts verloren geht, und dass man überhaupt von den ekelhaften Stoffen, die den Versitzgruben oder den Schwemmkanälen übergeben sind, nichts mehr sieht. Man wird daran kaum erinnert, wenn alle Paar Jahre einmal die festen Stoffe aus den Versitzgruben ausgeräumt werden, was des Nachts und auf geruchlose Art geschehen kann, oder wenn in den Schwemmkanälen hin und wieder nachgesehen werden muss.

Ein besonderer Vorzug der beiden Systeme besteht ferner darin, dass die Benutzung derselben durch zahlreiche Einmündungen namentlich auch durch eine hinreichende Menge öffentlicher Aborte so bequem gemacht werden kann, um alle Verunreinigungen und alle Schmutzwinkel in den Strassen und in den Höfen zu beseitigen.

Alle diese Vorzüge mangeln den gemischten Systemen. Es lassen sich zwar ihre Schwemmkanäle, welche das Abwasser aufnehmen, durch Wasserabschlüsse gegen die Strassen und die Häuser geruchlos machen. Die Excremente aber verursachen arge Unziemlichkeiten. Der hauptsächlichste Nachtheil in ästhetischer Beziehung ist der, dass diese Systeme keine Wasserabschlüsse in den Abtrittsitzen gestatten, und dass sie also, wenn auch die Abtrittgase der Gesundheit unschädlich sind, und die Abtrittschläuche uns keine Infectionskeime zusenden, was ich beides für richtig halte, doch die chinesische Annehmlichkeit der Abtrittgerüche unsern Wohnungen für alle Zeit sichern.

Ein zweiter Nachtheil der gemischten Systeme ist mit der Wegschaffung der Excremente verbunden. Er ist am geringsten bei den pneumatischen Röhren, wo die Räumung Nachts und in geruchloser Weise geschieht. Gleichwohl wird man alle vierundzwanzig Stunden einmal, wenn auch nur durch das Geräusch, an etwas erinnert, an das man lieber gar nicht denkt. Schlimmer ist es bei den gemauerten Abtrittgruben (wie wir sie in München haben), welche ein oder zweimal im Jahre, wenn auch geruchlos, aber bei Tage geräumt werden, was doch immer das Auge beleidigt. Am schlimmsten aber verhält es sich wohl bei den beweglichen Tonnen, welche wenigstens einmal in der Woche aus jedem Haus abgeholt werden, sodass man jeden Tag in einer Menge von Strassen den Transport dieser Tonnen aus der Hausflur auf die in der Strasse stehenden Wagen vor Augen hat.

Ein dritter sehr wesentlicher Nachtheil, der nothwendig die gemischten Systeme begleitet, ist die öffentliche Unreinlichkeit, von der ich schon bei der hygienischen Bedeutung der Abfuhrsysteme gesprochen habe, die aber auch in ästhetischer Beziehung das ihr zukommende Gewicht in die Wagschalen der Vergleichung zu legen berechtigt ist.

Was die volkswirthschaftliche Seite der Abfuhrfrage betrifft, so wird mit Recht darauf hingewiesen, dass in den Abfällen der Städte Düngstoffe von sehr hohem Werth enthalten seien, welche nicht verloren gehen sollten. Die städtische Bevölkerung wachse immer mehr an, sie ziehe eine Menge von Nahrungsmitteln nach und wenn die Abfälle, die wieder eine annähernd gleiche Menge von Nahrungsmitteln erzeugen könnten, verloren gingen, so werde das Gleichgewicht gestört, der Ertrag des Bodens vermindere sich und der Bestand der Gesellschaft sei gefährdet. Desswegen verlangt man, dass die Abfälle weder dem Untergrunde durch Versitzgruben noch den Flüssen durch Schwemmkanäle übergeben, sondern entweder zur Berieselung verwendet oder auf die Felder geführt werden.

Diese Schlussfolgerung scheint vortrefflich, aber sie ist nicht vollständig, wenigstens nicht, um darauf hin irgendwelche praktische Massregeln zu ergreifen. Wenn der Werth der Abfälle für die einzige Stadt London zu 80 Millionen Mark jährlich angeschlagen wird, die früher ganz und jetzt noch zum grössten Theil für die Landwirthschaft verloren sind, so kommt uns das ohne weitere Ueberlegung allerdings als ein im höchsten Grad beklagenswerther und selbst so unnatürlicher Uebelstand vor, dass man ihn auf irgendeine Weise zu entfernen suchen müsse. Im Grunde ist es aber die allergewöhnlichste Erscheinung. Ueberall in der Natur sind Stoffe und Kräfte nicht nur von eben so grossem, sondern von unendlich viel grösserem Werthe angehäuft, die für uns verloren sind, solange wir sie nicht benutzen. Wenn wir bloss um mineralische Düngstoffe uns umsehen, so finden wir deren in dem Wasser unserer Flüsse, in den Fels-, Kies- und Thonlagern unserer Berge und Ebenen in tausendmal grösserer Menge als in den Abfällen der Städte. Aber alle diese Dinge haben nur einen eingebildeten Werth, und wir erhalten ihren wahren Werth erst nach Abzug der Productionskosten.

In dieser Weise zeigt sich, dass der wahre Werth der eingebildeten 80 Millionen Mark, die in den Londoner Abfällen stecken, nicht einmal Null, sondern eine negative Grösse ist, weil der Ertrag die Productionskosten nicht deckt; und so verhält es sich mit den Abfällen der übrigen Städte. Die Verwerthung derselben für den Landbau ist also jedenfalls kein so unmittelbar auf der Hand liegendes volkswirthschaftliches Interesse; denn es ist gewiss nicht wirthschaftlich, für 10000 Mark Eisen zu gewinnen und für die Gewinnung 11000 Mark auszugeben, oder für 10000 Mark Heu zu ziehen und für Dünger und Kultur 11000 Mark Unkosten zu haben. Damit würde ein Land, das in allen Dingen auf die Concurrenz mit den andern Ländern angewiesen ist, bald abgehaust sein.

Es kommt also nur auf die praktische Frage an: giebt es eine Art, die Abfälle der Städte für die Landwirthschaft nutzbringend zu machen, deren Rechnungsabschluss keine grössere Ausgabe entziffert als die billigste Abfuhr ohne eine solche Verwendung. Jede andere Lösung wäre eine unwirthschaftliche und den Wohlstand der Gesammtheit schädigende.

Das wirthschaftlichste System ist jedenfalls heute noch dasjenige der Versitzgruben.

Kann man der Bodenbeschaffenheit wegen oder will man aus Vorurtheil oder irgendeinem andern Grunde die Versitzgruben nicht anwenden, so hat man zu entscheiden, ob das Schwemmkanalsystem oder das gemischte System geringere wirthschaftliche Nachtheile bringe. Hier besteht nun gar kein Zweifel. Beide Systeme haben Schwemmkanäle, die in Flüsse oder auf Rieselfelder münden können; diese Kanäle führen beim gemischten System die Abwasser, beim eigentlichen Schwemmsystem auch noch die Excremente ohne besondere Kosten fort. Das gemischte System hat also die Abfuhr der Excremente als reine Mehrausgabe zu bestreiten. Wenn das Tonnensystem (abgesehen von den Anlagekosten) für die Person jährlich 1, 2, 3 Mark oder mehr kostet, so ist damit genau sein wirthschaftlicher Nachtheil gegenüber dem Schwemmsystem angegeben.

Ob beim Schwemmsystem der Inhalt der Kanäle in einen Fluss geleitet oder zum Berieseln einer Bodenfläche benutzt werden soll, ist eine wirthschaftliche Frage, deren Beantwortung von vielen örtlichen Einzelheiten abhängt. Die Verwendung als Düngmittel setzt voraus, dass der Mehrertrag des berieselten Bodens die Mehrkosten (Zinsen

des Anlage- und Betriebskapitals) decke, mag nun die Stadt selbst das Unternehmen ausführen oder eine Gesellschaft den Kanalinhalt an einem bestimmten Punkte unentgeltlich übernehmen, um ihn weiter und auf die Rieselfläche zu leiten.

Die Benützung der Abfälle ganzer Städte für die Landwirthschaft darf nicht nach allgemeinen und pathetischen Redensarten, sondern nur nach nüchterner Rechnung entschieden werden. Wenn eine Stadt bei richtiger Behandlung dieser Sache einige hunderttausend Mark jährlich weniger verausgabt, so kann sie die ersparte Summe für hygienische oder volkswirthschaftliche Interessen verwenden. Die Landwirthschaft aber erleidet in diesem Fall keinen Nachtheil, es müsste denn ein Nachtheil sein, wenn man auf eine mit Verlust verbundene Production verzichtet. Eine solche Production könnte höchstens im Interesse derjenigen Landwirthe liegen, welche die Abfälle benutzen und die Städte die Mehrkosten bezahlen lassen wollten.

Die unwirthschaftlichen und ungesunden Verhältnisse, die namentlich aus einer obligatorischen Abfuhr sich ergeben würden, kann man sich leicht aus den bisherigen Erfahrungen ableiten. In Augsburg mit 58000 Einwohnern und 4000 Häusern sind die beweglichen Tonnen gegenwärtig in 900 Häusern eingeführt. Die Excremente kommen aus den Tonnen in grosse wasserdichte Gruben vor der Stadt und werden dort von den Landwirthen abgeholt, indem diese für den Kubikmeter 1 Mark (für den Zentner 5 Pfennig) bezahlen. Es wird aber nicht aller Dünger abgeholt, sondern es geschieht zuweilen, dass derselbe wegen mangelnder Nachfrage in den Lech oder die Wertach geschüttet werden muss. Wie viel müsste wohl in die Flüsse geschüttet werden, wenn das Tonnensystem in der ganzen Stadt Augsburg eingerichtet wäre, und wie würde es sich erst bei viel grösseren Städten verhalten? Wenn nun gar, wie es von bayerischen Landwirthen verlangt wird, das Ausgiessen des Düngers in die Flüsse gesetzlich verboten wäre, was müsste man mit dem Ueberflusse anfangen, für den man nicht einmal die hinreichende unentgeltliche Abnahme fände und somit ganz in die Hände der Abnehmer gegeben wäre?

Auf diesem Wege würde ein Monopol für die den Städten zunächst wohnenden Landwirthe geschaffen, welches die Interessen der Städtebevölkerung auf das Empfindlichste schädigte, und auch den entfernteren Landwirthen, welche wegen zu theuren Transportes an dem Monopol nicht theil nehmen können, zum Nachtheil gereichte,

da sie in ihrer Concurrenz mit der ohnehin durch leichten Absatz bevorzugten Umgebung der Städte geschwächt würden. Dagegen liegt es im Interesse des consumirenden Publikums, wenn man die Abfälle zur Berieselung verwendet, indem auf diesem Wege grosse Mengen von Heu und Gras hervorgebracht und durch Fleisch- und Milchproduction in heilsamer Weise auf die Preise eingewirkt werden kann[1]).

Die Zusammenstellung der nach den verschiedenen Gesichtspunkten gewonnenen Resultate setzt uns nun in den Stand, die Systeme der Abfuhr zu vergleichen und zu bestimmen, unter welchen Umständen das eine oder das andere den Vorzug beanspruchen kann.

Das Versitzgrubensystem ist überall, wo die poröse Beschaffenheit des Bodens seine Anwendung erlaubt, allen andern Systemen vorzuziehen. Es kann, wenn das Grundwasser mangelt oder einen gleichbleibenden Stand hat, in hygienischer Beziehung nicht den geringsten Nachtheil verursachen. Ist aber wegen wechselnden Grundwasserstandes der Boden siechhaft, so vermag es durch Benetzung desselben die Gefahr mehr oder weniger zu vermindern. In ästhetischer Beziehung ist es tadellos. Volkswirthschaftlich übertrifft es durch seine Wohlfeilheit alle andern Systeme bei weitem; und es könnte den ersten Rang in dieser Beziehung nur dann verlieren, wenn

1) Die Landwirthe in der Umgebung der Städte haben ein doppeltes Interesse daran, dass das Tonnensystem und nicht das Schwemmsystem eingeführt werde, da ihnen das erstere auf Unkosten der Städte einen wohlfeilen Dünger liefert, das letztere dagegen eine unangenehme Concurrenz schafft.

Die Verfechter des Tonnensystems behaupten, dass die jährlichen Unkosten nicht mehr als 1 Mark auf die Person betragen, während die Gegner dieselben bedeutend höher anschlagen, und wohl mit Recht, da die jetzige Abfuhr in München (1 bis 3 mal im Jahr mit grossen Fässern) bei gewissenhafter Handhabung trotz des unvermeidlichen Verlustes schon mehr kosten würde.

Sollte irgend eine Stadt die Lust verspüren, einen Versuch mit dem Tonnensystem zu machen, so wäre es wohl angezeigt, wenn die benachbarten Landwirthe, in deren Interesse die Massregel unternommen wird, und allenfalls andere eifrige Freunde des Systems ein Consortium mit einem Garantiefond bildeten, welches auf die Dauer von 20 Jahren die den Betrag von 1½ oder 2 Mark per Kopf überschreitenden Unkosten decken würde. Man kann von der Bevölkerung einer Stadt gewiss nicht verlangen, dass sie noch grössere Opfer für eine Einrichtung bringe, die ihr in hygienischer und besonders in ästhetischer Richtung nur Schaden bringt. Nach 20 Jahren aber würde sicherlich die ganze Einrichtung aufgegeben und durch eine vernünftigere ersetzt.

die landwirthschaftliche Verwendung des Düngers die Mehrkosten eines andern Systemes decken würde, was aber, insoferne die Chemie nicht ganz unerwartete Entdeckungen macht, nie geschehen wird.

Nur in einem Falle liesse sich mit gutem Grund das Versitzgrubensystem durch ein anderes ersetzen, wenn nämlich das Grundwasser als Trinkwasser benutzt wird. Diess ist aber wenigstens in grösseren Städten aufgegeben; selbst da, wo bei Abhaltung der Verunreinigung der Untergrund ein vortreffliches Trinkwasser liefert, verlangen die nämlichen, welche auf strenge Reinhaltung des Bodens dringen, die Herbeileitung des Wassers aus der Ferne, und zwar beides aus hygienischen Gründen.

Obgleich ich die Gültigkeit dieser Gründe nicht zuzugeben vermag, so kann ich mir doch denken, dass man aus wirthschaftlichen und ästhetischen Gründen die Pumpbrunnen bei den einzelnen Häusern aufgiebt und das Wasser durch eine Leitung oder ein Pumpwerk hebt, um alle Wohnungen mit laufendem Wasser zu versehen. Dadurch werden zahllose Arbeitsleistungen, die den Einzelnen oft sehr unbequem sind oder auch theuer zu stehen kommen, von den Menschen auf die Maschinen abgewälzt. Ferner wird dadurch der allgemeine Verbrauch des Wasserabschlusses in den Abtrittsitzen möglich gemacht, welcher wohl als die wichtigste und wünschenswertheste unter allen Massregeln im Bereiche der Behandlung der Abfälle bezeichnet werden darf.

Das S c h w e m m s y s t e m hat seine volle Berechtigung da, wo ein undurchlässiger Boden die Anlegung von Versitzgruben unmöglich macht. In diesem Falle muss es in jeder Hinsicht als das beste bezeichnet werden; es ist hygienisch untadelhaft, in ästhetischer und volkswirthschaftlicher Beziehung aber den gemischten Systemen weit vorzuziehen. Wenn man in einem durchlässigen Boden aus irgendeinem Grunde keine Versitzgruben anlegen will, so kann nur das Schwemmsystem statt derselben angewendet werden, indem es auch für diesen Fall den gemischten Systemen hygienisch wenigstens gleich, ästhetisch und volkswirthschaftlich aber weit überlegen ist.

Man hat bis jetzt wegen der bekannten irrthümlichen Annahmen über die Bodenverunreinigung geglaubt, dass in einem porösen Boden die Schwemmkanäle möglichst dicht sein müssten, und man ist selbst zu dem Schlusse weitergegangen, dass, wenn die Dichtheit derselben nicht gesichert sei, sie überhaupt nicht gebaut werden dürften und

durch ein gemischtes System (bewegliche Tonnen oder pneumatische Röhren) zu ersetzen seien. Man ist auf diesem Wege dahin gekommen, ein gutes System durch ein in jeder Beziehung schlechteres verdrängen zu wollen. Die Dichtheit der Kanäle ist in keinem Boden ein hygienisches Bedürfniss, und ich halte es für eine unnütze Verschwendung, mit grossen Unkosten wasserdichte Kanäle zu bauen, während leichtere Bauten ganz die gleichen Dienste leisten.

Eines der gemischten Systeme hat nur dann gegründeten Anspruch auf Berücksichtigung, wenn die Bodenbeschaffenheit sowohl die Versitzgruben als die Schwemmkanäle unmöglich machen sollte, was wohl nur selten der Fall sein wird. Und wenn es einmal der Fall ist, so wäre noch immer die Frage, ob nicht eine Modification des Kanalsystems den verschiedenen Anforderungen besser genügen würde. Ich unterlasse es übrigens, auf solche hypothetische Fälle einzutreten, die doch vor der Hand keinen unmittelbaren Nutzen gewähren.

Dagegen dürfte es nicht ohne Interesse sein, an einem Beispiel zu zeigen, wie die Sache in Wirklichkeit gemacht wird, aber nicht gemacht werden sollte.

Ich wähle als Beispiel München, ohne die Möglichkeit auszuschliessen, dass die Einrichtungen in mancher andern Stadt ebenfalls Anlass zu einer lehrreichen Kritik bieten dürften. München hat in den Vorstädten ein System von gutconstruirten unterirdischen Kanälen (Sielen), welche das Regen- und Brunnenwasser, das Wasch- und Küchenwasser, also einen anfänglich geruchlosen Inhalt aufnehmen und in die Isar führen. Die Excremente dagegen gehen durch die Abtrittschläuche in gemauerte, gewölbte oder gut gedeckte Gruben, welche verordnungsgemäss cementirt sind, und die bei jedesmaligem Räumen untersucht und, wenn es nöthig ist, ausgebessert werden. Das Räumen hat auf geruchlose Art zu geschehen, indem der Grubeninhalt durch Schläuche in Fässer gepumpt wird, die sogleich fortgeführt werden.

So wie es auf dem Papier steht, sollte man meinen, es sei ein ganz vortreffliches System; und alle, die sich vor der Bodenverunreinigung und vor einer übelriechenden Luft fürchten, möchten erwarten, hier eine wahre Musterwirthschaft zu finden. Aber das praktische Leben spottet oft der theoretischen Verordnungen, und überdem sind diese auch in der Theorie nicht unfehlbar und haben nicht immer alles vorgesehen.

Betreffend die Handhabung der Verordnung habe ich bereits früher bemerkt, dass man glaube, es werden nur 10 Procent der Excremente verordnungsgemäss abgeführt, die übrigen 90 Procent gehen theils absichtlich, theils unabsichtlich verloren, das meiste in den Boden, einiges in die Wassersiele.

Ferner ist die so wünschenswerthe Einrichtung von Wasserabschlüssen in den Abtritten (Waterclosets) durch das jetzige System unmöglich gemacht. Dieselben wären aber um so nothwendiger, als die Abtritte sich meistens innerhalb der Wohnungen befinden, und ein übler Geruch wenigstens zeitweise selbst in den besseren und kostspieligeren Wohnungen keine ungewöhnliche Erscheinung ist. Die Wasserabschlüsse aber sind eine finanzielle Unmöglichkeit, solange der Inhalt der Abtrittgruben um theures Geld fortgeführt werden muss.

Noch eine widrige Folge des jetzigen Systems ist eine in manchen andern Städten ungewöhnliche öffentliche Unreinlichkeit[1]), womit auch, namentlich in der Umgebung der zahllosen Bierlokale, nicht immer der beste Geruch verbunden ist. Da die Abfuhr der Excremente bedeutende Auslagen verursacht, so vermeidet man es womöglich, Abtritte herzustellen. Selbst an öffentlichen Aborten mangelt es fast gänzlich; es giebt deren in München mit einer Bevölkerung von mehr als 170000 Seelen nur 24. Es ist gerade, als ob man meinte, der Boden werde weniger verunreinigt, wenn das Strassenpublikum da und dort sich oberirdisch seiner Bedürfnisse entledigt, als wenn der Unrath direct in den Untergrund geführt wird.

Aus dieser Darlegung ergiebt sich auf das Deutlichste, dass, auch wenn die angestrebten Ziele, Reinhaltung des Untergrundes von organischen Stoffen und Reinhaltung der Luft von üblen Gerüchen, die richtigen wären, diese Ziele durch das angewendete System doch keineswegs erreicht werden, und dass eher das Gegentheil von dem, was man will, die Folge ist. Die Vergleichung des jetzigen Zustandes mit demjenigen, wie er beispielsweise durch das Schwemmsystem geschaffen würde, ist wahrhaft vernichtend.

Die Siele, welche das Küchenwasser und verordnungswidriger Weise auch einen Theil der Abtrittflüssigkeit führen, verunreinigen den Boden ebenso stark, wie es Schwemmkanäle, denen alles übergeben würde, thäten, und diess wäre, wie ich schon früher angegeben

1) Sie ist in neuerer Zeit durch polizeiliche Aufsicht zurückgedrängt und weniger sichtbar geworden, aber nicht etwa beseitigt.

habe, nicht weniger der Fall, wenn die Verordnungen sich strenge durchführen liessen. Wenn von den Excrementen, die der Abfuhr entzogen werden und 90 Procent betragen sollen, jetzt vielleicht die Hälfte in den Boden gelangt, so stellt diese Menge den Zuwachs an Bodenverunreinigung dar, welcher dem jetzigen System zur Last fällt, und welcher durch die Schwemmkanäle vermieden würde.

Die Schwemmkanäle könnten, wenn sie auch die Excremente aufnähmen, bei gutem Abschluss sich durch üblen Geruch in den Strassen nicht mehr bemerkbar machen als die jetzigen Wassersiele; sie würden aber die Wasserabschlüsse in den Abtritten der Häuser und eine hinreichende Zahl von öffentlichen Aborten in den Strassen und bei den Bierlokalen gestatten. Es ist daher der schlechte Geruch in den Häusern und in manchen Strassen ein Zuwachs von Luftverunreinigung, welcher ebenfalls auf Rechnung des jetzigen Systems zu setzen ist und durch Schwemmkanäle in Wegfall käme.

Das jetzige System befördert also nicht bloss durch mangelhafte Ausführung sondern prinzipiell als solches gerade das, was es vermeiden will, Verunreinigung des Bodens und der Luft, in ganz eminenter Weise. Aber viel wichtiger ist nach meiner Ueberzeugung der Umstand, dass die Ziele selbst, die das System anstrebt, unrichtig gewählt sind. Durch die Fehler in beiden Richtungen ist es zu etwas ganz Ungeheuerlichem geworden, das sich in Bezug auf Unzweckmässigkeit kaum überbieten liesse.

Nach dem jetzigen System müssen die Abtrittgruben hin und wieder geleert werden. Ihre Wandungen sind nie vollkommen dicht; die Cementirung und die wiederholte Ausbesserung des Cementbewurfes verhindert nur das massenhaftere Austreten des Inhaltes, nicht aber, dass fortwährend etwas Flüssigkeit hinausdringe und den angrenzenden Boden benetze. Damit ist für die Spaltpilzbildung im Boden nichts gebessert. Es wäre im Gegentheil vortheilhafter, wenn durch die Grubenwandungen eine grössere Menge von Flüssigkeit durchginge und die sich bildenden Spaltpilze in das Grundwasser hinunterspülte, während jetzt dieselben in der den Kies benetzenden Flüssigkeit ebenfalls entstehen, aber bei der fast mangelnden Bewegung der Flüssigkeit an der Bildungsstätte liegen bleiben.

Nach der Räumung einer Grube trocknet der sie umgebende Boden theilweise aus, ebenso die anliegenden Mauern des Hauses, und jetzt können die Spaltpilze mit Luftströmungen herauskommen

und gefährlich werden. Das Räumen einer Abtrittgrube hat im Kleinen die gleichen Wirkungen wie das Sinken des Grundwassers im Grossen; die Analogie stimmt auch in den Zeiträumen überein, indem die Abtrittgruben jährlich meist 1 bis 2 mal geleert werden, und das Steigen und Fallen des Grundwassers ebenfalls jährlich einmal eintritt.

Diese Gefahr wäre gänzlich vermieden, wenn man die Einmündung der jetzigen Abtrittgruben in die Siele gestatten würde. Die Umgebung der Abtrittgruben bliebe dann gleichmässig benetzt und würde, indem sie die Circulation der schädlichen Keime verhindert, den Häusern nur Vortheil bringen. In den Sielen wäre die Abtrittflüssigkeit ebenso unschädlich, als sie es in den Gruben ist. Die letzteren müssten zwar ebenfalls hin und wieder geleert werden, nämlich wenn sie sich mit festen Stoffen gefüllt hätten. Aber das Räumen müsste nur alle 5 bis 10 Jahre geschehen, und man könnte überdem das Austrocknen des umgebenden Bodens bei dieser Gelegenheit leicht dadurch verhüten, dass man unmittelbar nach der Entleerung die Grube mit Wasser füllte.

Die geruchlosen und am wenigsten ekelhaften Flüssigkeiten kommen jetzt in unterirdische Siele und werden unseren Sinnen möglichst rasch entzogen. Die ekelhaften und übelriechenden Abfälle dagegen werden ein halbes oder ein ganzes Jahr in der Nähe der Wohnungen aufbewahrt und dann oberirdisch forttransportirt; ein Theil derselben wird auch vor aller Augen abgelagert und versieht nun für einige Zeit die Atmosphäre mit Gasen, die anständiger Weise von ihr fern bleiben sollten.

Das Augenmerk der Verordnungen ist hauptsächlich darauf gerichtet, dass der Inhalt der Siele möglichst geruchlos sei. Desswegen überlässt sich die Bevölkerung, wenn einmal die Siele ihre Anwesenheit dem Geruchsorgan kundgeben, den allerschlimmsten Befürchtungen, und der Magistrat muss durch eine eigene Commission die Beschaffenheit des Sielinhaltes prüfen lassen. Glücklicher Weise kann dieselbe, nachdem sie das Sielnetz zum Theil durchwandert und den Inhalt genau geprüft hat, über Geruchlosigkeit und Reinlichkeit der Siele die beruhigendsten Versicherungen abgeben, und die Bevölkerung Münchens erhält den Trost, dass ihre Kloaken salonartig hergerichet sind, wodurch allerdings manche Räume in und um ihre Wohnungen zu Kloaken geworden.

Das jetzige System verursacht sehr bedeutende Unkosten, weil der Inhalt der Abtrittgruben fortgeführt werden muss. Wenn die Verordnungen strenge befolgt würden, so müsste nach einer Durchschnittsberechnung von einigen Jahren, die sich auf die Inwohnerzahl mehrerer Häuser[1]) gründet, die Stadt München jährlich 300000 Mark (auf die Person 1½ Mark) für Abfuhrkosten bezahlen. Es ist diess jedenfalls nicht wenig Geld für eine unproductive Ausgabe, da es für etwas bezahlt wird, das so mannigfaltige hygienische und ästhetische Nachtheile bringt, während das Bessere, nämlich das Einleiten in die Wassersiele, gar nichts kosten würde.

In Wirklichkeit ist nun zwar die Ausgabe viel geringer, wie schon eine oberflächliche Vergleichung der aus der Stadt gehenden Fuhren mit der von der Bevölkerung produzirten Düngermenge ergiebt, und wie das auch gewissermassen begreiflich ist, da jedes Kilo, das man den Abfuhrfässern entzieht und verordnungswidrig dem Boden oder den Wassersielen übergiebt, auf den Gewinnconto kommt. Aber wenn auch das Einschütten in die Siele unschädlich ist, so möchte ich doch nicht als Milderungsgrund für eine Verordnung den Umstand geltend machen, dass dieselbe umgangen wird. Ich möchte im Gegentheil auch daraus in Verbindung mit allem andern den Schluss ziehen, dass sie je eher je besser aufgehoben werden sollte.

Es ist in der That nicht einzusehen, wie eine Massregel aufrecht erhalten werden mag, von der, ohne eine Widerlegung zu finden, behauptet worden ist, dass sie nur zum kleinsten Theil zur Ausführung gelange, — eine Massregel, die nur dazu dient, den Boden in schädlicher Weise zu verunreinigen, welche die Bevölkerung geradezu einladet, durch eine Menge von Schmutzwinkeln die Stadt zu verunzieren, und welche verhindert, den Wohnungen eine geruchlose Atmosphäre zu geben, — und das Alles mit einem Aufwand von bedeutenden Unkosten und von unaufhörlichen polizeilichen Plackereien, wozu noch der demoralisirende Einfluss hinzukommt, den jede Verordnung, deren Uebertretung so nahe gelegt ist, nothwendig hervorbringt, und der sich nicht nur auf diejenigen beschränkt, welche aus

1) Die 560 bis 600 Personen betragende Inwohnerzahl gehört allen Gesellschaftsklassen an und kann als Theil für das Ganze genommen werden. Die obige Berechnung muss aber bedeutend weniger als die wirklichen Durchschnittskosten ergeben, weil in den betreffenden Häusern weder eine Wirthschaft noch grössere Arbeitslokale sich befinden, sondern im Gegentheil viele der Inwohner den Tag über auswärts beschäftigt sind.

der Uebertretung Nutzen ziehen, sondern auch auf diejenigen sich ausdehnt, welche durch gewissenhafte Befolgung in Schaden gerathen.

In diesen Dingen, wie in allen andern, sind ja die besten Verordnungen, insofern sie im Uebrigen ihren Zweck erreichen, diejenigen, deren Befolgung ebenso leicht gemacht ist als deren Umgehung. Und diess wird erreicht, sobald man die jetzigen Abtrittgruben in die Wassersiele einmünden lässt[1]). Dann lassen sich überall, wo es nothwendig ist, öffentliche und private Aborte herstellen; und es kann die Herstellung derselben polizeilich verlangt werden. Darüber hinaus sind die Behörden der lästigen Beaufsichtigung und der Bestrafung überhoben; denn wenn einmal die Aborte vorhanden sind, so ist deren Benutzung selbstverständlich, weil der Einzelne keinen Vortheil, auch nicht einmal eine Zeitersparniss darin findet, wenn er etwas dem Boden übergiebt, was den Sielen angehört. Die Stadt wird reinlich und anständig. Wenn die Abtrittgruben in die Siele einmünden, so werden gewiss zahlreiche Wasserabschlüsse in den Abtrittsitzen eingerichtet werden. Die Hausbesitzer haben dann kein Interesse mehr an deren Nichtvorhandensein; es wird im Gegentheil zu ihrem Vortheil gereichen, wenn sie solche einführen, weil die Wohnungen durch eine reine Atmosphäre viel an Annehmlichkeit gewinnen. Fügen wir noch bei, dass durch die Einmündung der Abtrittgruben in die Siele wesentliche hygienische Vortheile erreicht und eine grosse jährliche Summe[2]) erspart wird, so scheint es nicht, als ob die Entscheidung zweifelhaft sein könne.

Wenn ich die Einleitung der jetzt bestehenden Abtrittgruben in die Siele empfehle, so will ich damit nicht sagen, dass ich diess überhaupt für das erdenklich Beste, sondern nur, dass ich es in unsern

1) Die Bedingung, die jetzt an das Einleiten der Abtrittgrubenflüssigkeit in die Siele geknüpft wird, nämlich eine hinreichende Menge von Spülwasser, hat keine rationelle Begründung, da ja das Einleiten ohne Spülwasser entweder gar keine oder durch Beschränkung der Miasmenbildung eher günstige Folgen hätte.

2) Die Ersparung sollte nach meiner Ansicht zum Vortheil der ganzen Bevölkerung, nicht zu dem der Hausbesitzer geschehen. Es wäre daher von den letzteren eine besondere Steuer in der Höhe, welche die vollständige Abfuhr ergiebt, zu erheben; diejenigen, welche bisher ihre Pflicht erfüllt haben, würden sich wohl nicht beklagen, sondern eher freuen, dass nun das Geld für etwas Nützliches verwendet wird, und denjenigen, welche den Anordnungen nicht nachgekommen sind, wäre es eine gerechte Strafe. Für die Verwendung aber würde die Gelegenheit nicht mangeln; ich mache beispielsweise auf die Pflasterung der Strassen aufmerksam, von der ich noch im letzten Kapitel sprechen werde.

unheilvollen Zuständen für das Beste und auch für das absolut Dringende halte. Diese Einleitung genügt fürs Erste vollkommen, sie versetzt die Abfuhr in einen nach allen Beziehungen tadellosen Zustand und gestattet den Behörden abzuwarten, bis sich die Ansichten über die definitiven Einrichtungen geklärt und gefestigt haben.

Dann wird es sich darum handeln, ob in der Folge das Schwemmsystem durchgeführt werden, oder ob man theilweise oder ganz zum Versitzgrubensystem zururückkehren soll. Ich habe bereits ausgeführt, dass ich das letztere als das Geeignetste erachte für einen Boden, wie wir ihn in München haben, in welchem es genügt ein Loch zu graben, um jede beliebige Flüssigkeitsmenge verschwinden zu lassen. Das Schwemmsystem wäre ihm nur dann gleichzustellen oder vorzuziehen, wenn man es mit Vortheil für Berieselung verwenden kann. Daher ist auch denkbar, dass man die Schwemmkanäle nur theilweise neben den Versitzgruben herstellt und so weit ausdehnt, als es die landwirthschaftliche Benützung des Inhaltes verlangt.

Die Verunreinigung des Bodens durch Versitzgruben oder Schwemmkanäle hat jetzt noch das allgemeine Vorurtheil gegen sich, das in keiner Weise begründet ist. Es wurde nicht ein einziger Versuch weder im Kleinen noch im Grossen angestellt, um dasselbe zu prüfen und zu beweisen. Meine Versuche im Kleinen sprechen dagegen; um aber allgemein überzeugend zu sein, müssen sie im Grossen wiederholt werden. Es ist durch Versuche, die sich ja unschwer anstellen lassen, zu ermitteln, ob ein durch versitzende Abtrittflüssigkeit verunreinigter Boden die von der allgemeinen Meinung ihm angedichteten schädlichen oder die von mir behaupteten günstigen Folgen habe. Solche Versuche sollten in jeder Stadt unternommen werden, ehe die Abfuhr der Auswurfsstoffe durch Verordnungen geregelt wird; denn es wäre unverantwortlich, in so wichtigen Dingen ohne sichere Gewähr für den Erfolg abzuschliessen und möglicher Weise die hygienischen, ästhetischen und volkswirthschaftlichen Interessen der ganzen Bevölkerung sehr empfindlich zu schädigen.

Ich habe bis jetzt von der Behandlung der Auswurfsstoffe in den Städten gesprochen. Die Frage hat eine nicht geringere Wichtigkeit für die ländliche Bevölkerung, welche in viel nähere Beziehungen mit den gefürchteten Substanzen tritt.

In der That, wenn die Befürchtungen, welche die Zersetzung der

Excremente in neuerer Zeit so allgemein den Städtern einflösst, gegründet und die dagegen vorgeschlagenen Massregeln gerechtfertigt wären, so müsste der landwirthschaftliche Betrieb von Grund aus geändert werden, um die ländliche Bevölkerung vor dem hygienischen Verderben zu retten; es wäre dann überhaupt keine Landwirthschaft mehr möglich.

Aber diese Bevölkerung befindet sich im besten Wohlsein, trotzdem dass sie den Wirkungen der schädlichen Zersetzungsprocesse auf Schritt und Tritt ausgesetzt ist, trotzdem dass die Auswurfsstoffe neben den Wohnungen in undichten und oft ungemauerten, schlecht oder nicht gedeckten Gruben sowie in offenen Haufen aufbewahrt werden, trotzdem dass dieselben fast täglich in wenig geruchloser Art ausgetragen oder ausgeführt und auf die Oberfläche des Bodens ausgeschüttet oder ausgebreitet werden. Und der Städter selbst geht zur Genesung und Erholung aufs Land und giebt sich diesen gefürchteten Einflüssen unmittelbar preis, was ihm doch bei einiger Consequenz seines Urtheils als die grösste Unbesonnenheit erscheinen müsste.

Die Betrachtung der ländlichen Verhältnisse gewährt manches Interesse, indem die Theorie ziemlich deutlich zeigen kann, wie der unerwartete günstige hygienische Erfolg zu Wege kommt, und indem zugleich eine hundertjährige Erfahrung diese Theorie auf das Augenscheinlichste bestätigt. Es sind zwei Punkte zu berücksichtigen: die Aufbewahrung der Auswurfsstoffe bis zu ihrer Verwendung als Dünger und die Ausbreitung derselben in Gärten, Wiesen und Feldern. Die Abfuhr selbst, welche in den Städten so viel Besorgniss erregt, kann, obwohl sie nach dem jetzigen Vorurtheil noch viel gefährlicher sein müsste als in den Städten, ganz vernachlässigt werden, aus dem einfachen Grunde, weil ihre Einflüsse jedenfalls in allen Beziehungen verschwindend klein sind gegenüber den nämlichen, welche Aufbewahrung und Ausbreitung zu Stande bringen.

Was die Aufbewahrung der Auswurfsstoffe betrifft, so geschieht sie im Allgemeinen so, dass von den Dorfbewohnern auf die Verunreinigung des Bodens und der Luft gar keine Rücksicht genommen wird. Es möchte im Gegentheil scheinen, als ob man es darauf abgesehen hätte, beide im höchsten Grade zu verunreinigen. Flüssige und feste, menschliche und thierische Auswurfsstoffe in Tümpeln und in Haufen finden sich oft in allen Stadien der Zersetzung um die Wohnungen herum. Es giebt nicht wenig Beispiele, wo das Dorf eine

grosse Versitzgrube ist, wo der Boden im höchsten Grade mit Auswurfsstoffen und die Luft mit deren Zersetzungsgasen verunreinigt ist. Und diese Dörfer sind frei von Typhus und Cholera, während die benachbarte Stadt mit viel grösserer Reinheit des Bodens und der Luft von den genannten Krankheiten epidemisch heimgesucht wird.

Die Siechfreiheit der Dörfer wird durch die beiden Umstände bedingt, dass der so stark verunreinigte Boden keine Miasmenpilze sondern Fäulnisspilze hervorbringt, und dass er durch die fortwährende Verunreinigung vor dem Austrocknen geschützt ist. Aus dem benetzt bleibenden Boden können keine schädlichen Keime in die Luft entweichen, — sollte er aber zeit- und stellenweise trocknen, so kleben die Pilze durch die miteintrocknenden organischen Verbindungen hinreichend fest an den Bodentheilchen, um von den Luftströmungen nicht fortgeführt zu werden, und wenn im ungünstigen Falle auch Pilze in die Luft und in den menschlichen Körper kommen, so sind sie als Producte der Fäulniss wenig gefährlich.

Ich zweifle nicht daran, dass die Siechfreiheit mancher Dörfer, wo die Bodenbeschaffenheit Anlass zu Befürchtungen geben könnte, gerade eine Folge der Bodenverunreinigung ist, und dass, wenn die modernen Lehren der Hygiene auch dort Eingang fänden, die Reinigungsmassregeln leicht dem Typhus und der Cholera den Eingang bereiten könnten.

Die Aufbewahrung der Düngstoffe auf dem Lande hat nicht nur eine hygienische sondern auch eine volkswirthschaftliche Seite; denn es handelt sich ja um das Lebenselement der Landwirthschaft, und die jetzige Art der Behandlung kann als eine wahre Verschwendung bezeichnet werden. Die Aufgabe wäre also, festzustellen, wie die hygienischen und die wirthschaftlichen Forderungen, ohne einander zu schaden, erfüllt werden können, — wie man von den Düngstoffen möglichst wenig verliert, ohne desshalb den Boden unter den Häusern allzu trocken und durchlässig zu machen. Man sieht sogleich ein, dass diess nur auf einen porösen Boden Bezug hat, weil nur hier die hygienischen und die wirthschaftlichen Interessen einander feindlich sind. Ebenso ist klar, dass bei der grossen Mannigfaltigkeit der porösen Bodenbeschaffenheit sich nur ganz im Allgemeinen etwas Bestimmtes aussagen lässt.

Mit diesem Vorbehalt glaube ich Folgendes als das nach allen Richtungen Vortheilhafteste bezeichnen zu können. Gemauerte, aber

nicht cementirte Gruben in unmittelbarer Nähe der Häuser sollen die Jauche aufnehmen. Dieselben sind undicht genug, um den Untergrund hinreichend nass zu erhalten. Bei sehr porösem Boden soll auch das Brunnenwasser nicht oberirdisch abgeleitet, sondern einer dicht beim Hause befindlichen, von den Jauchegruben möglichst fern liegenden Versitzgrube übergeben werden. — Die Jauchegruben sind gut zu decken, um weniger von den Zersetzungsgasen zu verlieren und um die Luft, nicht sowohl aus hygienischen als aus ästhetischen Rücksichten, von ihnen frei zu erhalten. Eine chemische Bindung derselben, soweit es thunlich ist, wäre sehr zu empfehlen. — Der Mist ist nicht auf lose und unordentliche Haufen, die von einer Lache umgeben sind, zu werfen, weil er in dieser Weise die löslichen Stoffe durch Auswaschung und die gasförmigen durch Verdunstung verliert, auch wohl hin und wieder austrocknet und schädliche Keime an die Luft abgiebt, — sondern, wie man es namentlich in der nördlichen und mittleren Schweiz sieht, über den Jauchetrögen sorgfältig aufzuschichten und häufig mit Jauche zu begiessen.

So einfach und leicht die unschädliche Aufbewahrung der Auswurfsstoffe sich gestaltet, so schwer scheint es auf den ersten Anblick, eine befriedigende Lösung für die Unterbringung derselben in dem zu düngenden Boden aufzufinden. Denn bei dem jetzigen Betrieb werden Mist und Jauche auf der Oberfläche ausgebreitet, wobei die Gefahr nahe liegt, dass sie nebst den schädlichen Keimen austrocknen und als Staub in der Atmosphäre sich vertheilen, — dass also das Kulturland in hygienischer Beziehung die Eigenschaften einer Sumpfgegend annehme. Bei näherer Betrachtung zeigt sich diese Befürchtung unbegründet.

Die Ursache, warum der Kulturboden wenig gefährlich ist, liegt in seiner Humusdecke. Von dem Einfluss derselben auf die Spaltpilzbildung habe ich schon oben (S. 161) gesprochen und ebenso ihre relative Unwegsamkeit für Spaltpilze gelegentlich angeführt. Die Eigenschaften der Dammerde oder des Humus, welche in hygienischer Beziehung vorzüglich zu statten kommen, sind folgende:

1) Der Humus nimmt das Wasser begierig auf und hält es in den feinsten Poren energisch zurück. Er bleibt daher immer etwas feucht, um so mehr als bei schönem Wetter täglich Thau fällt,

oder doch etwas Wasserdampf an der Oberfläche sich verdichtet; da er nicht vollständig austrocknet, so fliegt er auch nicht mit den Luftströmungen als Staub davon.

2) Der Humus giebt das Wasser aus seinen weiteren Poren bald an den Untergrund ab. Er bleibt daher nicht eigentlich benetzt, sondern nur feucht, sodass, wenn überhaupt Pilzbildung statt hat, nicht Spaltpilze sondern Schimmelpilze entstehen.

3) Der Humus hat als eine feinporöse Substanz das Vermögen der ihm auch chemisch verwandten Kohle, den Sauerstoff zu verdichten und vermittelst desselben lebhaft zu oxydiren. Desswegen werden die organischen Substanzen in der Dammerde rasch humifizirt und die Pilze bei der schlechten Nahrung, die sie hier finden, rasch verändert und erschöpft.

4) Der Humus als eine feuchte und feinporöse Substanz mässigt oder verhindert die aus dem Boden kommenden Luftströmungen und hält als gutes Filter die in demselben befindlichen Keime zurück.

Es sind bezüglich der Kulturfläche, welche gedüngt wird, zwei Fälle zu unterscheiden; entweder ist der Humus nackt (Aecker, Gärten, Weinberge), oder er ist mit einer Grasnarbe bedeckt (Wiesen).

Wird auf den nackten Humus flüssiger Dünger aufgeschüttet, so dringt das Wasser desselben alsbald ein. Es bleiben an der Oberfläche nur feste Stoffe zurück, die nach kurzer Zeit so weit abgetrocknet sind, dass sie keine Spaltpilze mehr, sondern höchstens noch Schimmel zu bilden vermögen. Aber auch die schädlichen Keime, die allenfalls mit dem Dünger auf das Feld kamen, bleiben ungefährlich, da dieselben sich rücksichtlich der Befeuchtung gerade so verhalten wie der Humus, dem sie unmittelbar aufliegen. Man sieht daher, während der Staub von den Strassen aufwirbelt, selbst bei starkem Wind keine Staubwolken sich von den Feldern erheben.

Aehnlich wie der flüssige verhält sich auch der feste Dünger, der auf die Felder gestreut wird. Einzelne geringe Partieen desselben, namentlich wenn er unverwestes Stroh enthält, mögen austrocknen, und dabei von Sturmwinden schädliche Keime (Fäulnisspilze) entführt werden, jedoch immer nur in geringer Menge. Jedenfalls ist es, wie in landwirthschaftlicher, so auch in hygienischer Rücksicht, zweckmässiger den Dünger nur in hinreichend zersetztem, schon theilweise humosem Zustande auszuführen.

Diejenigen Stoffe des flüssigen und festen Düngers, welche die Spaltpilze zu nähren vermögen, gehen bald in den Boden, und zwar aus der Jauche mit dem Wasser derselben, aus dem Miste mit dem Regen. In dem Humus, soweit und solange derselbe sich im nassen Zustande befindet, entstehen Spaltpilze. Aber dieselben sind noch weniger gefährlich als die an der Oberfläche befindlichen, da sie aus dem beständig feuchten Humus nicht fortkommen können.

Ebenso gering ist die Gefahr, wenn der Humus mit einer Grasnarbe bedeckt ist, obgleich hier die Verhältnisse denen des Sumpfes viel ähnlicher scheinen wegen der Vegetation, die beide tragen. Von grosser Wichtigkeit ist es, dass die Wiesen nicht in jedem Zustande gedüngt werden. Flüssiger und fester Dünger kommt in der Regel nur im Herbst und im Frühjahr auf die Wiesen, — im Sommer wird Jauche bloss unmittelbar nach dem Mähen aufgeschüttet. Der Dünger kommt also immer auf sehr kurzen Rasen zu liegen und befindet sich in nächster Nähe des Humus, der hier noch mehr feucht bleibt als auf dem Acker. In Folge dieser Verhältnisse trocknet der Dünger nicht leicht aus, und diess um so weniger, als der Boden im Herbst und Frühjahr ohnehin feuchter und im Winter mit Schnee bedeckt ist. — Was den im Sommer auf die Wiese gebrachten flüssigen Dünger betrifft, so wird derselbe sehr bald von dem Gras überwachsen und vor dem Austrocknen geschützt; das Gleiche ist auch im Frühjahr bei zunehmender Wärme der Fall. — Es kann also bei dem jetzigen Düngungsverfahren von dem mit Grasnarbe bedeckten Humus, ebenso wie von dem nackten Humus, nur ein äusserst kleiner Theil des Düngers in die Atmosphäre gelangen; und diess ist um so ungefährlicher, als Jauche und Mist verhältnissmässig nicht sehr viele Spaltpilze enthalten.

Die gedüngte Wiese verhält sich in der That ganz anders als der Sumpf. In dem letztern erniedrigt sich der Wasserstand oft sehr bedeutend zu einer Zeit, wo die Vegetation schon vollkommen entwickelt ist. Man sieht die Sumpfpflanzen über dem Boden oder über dem Wasser, in dem sie stehen, oft mehr als einen Fuss hoch mit trocknem Schlamm bedeckt, welcher bei der Bewegung der Pflanzen im Winde leicht abbröckelt und in Pulver zerfällt, welches dann in die Luft sich verbreitet. Doch selbst die Sümpfe sind meistens unschädlich, wenn sie nicht eine grosse Ausdehnung haben, ein Beweis, dass eine ziemlich beträchtliche Menge von Spaltpilzen in der freien

Luft sich verliert. Es ist daher begreiflich, dass die gedüngte Kulturfläche, von der nur eine äusserst geringe Menge von Spaltpilzen in die Atmosphäre entweicht, nicht die mindeste Gefahr bringen kann.

Das Schlimmste möchte man von der Bewässerung erwarten, da ja die Ueberschwemmungen von Flüssen und das Unterwassersetzen der Reisfelder Malaria erzeugen. Es kommen aber bei dem Bewässern in Mitteleuropa zwei günstige Umstände in Betracht, welche vollständige Beruhigung gewähren.

Das Wasser ist in beständiger Bewegung und giebt nur seine mineralischen Bestandtheile an die Bodenkrumme ab; die Spaltpilze, die sich unzweifelhaft bilden, und die ebenso unzweifelhaft der schlimmsten Sorte von Bodenpilzen, nämlich den Miasmenpilzen angehören, werden von dem fliessenden Wasser immer mit fortgeschwemmt und in Bäche und Flüsse geführt. Ferner sind es nicht Felder sondern nur Wiesen, welche bewässert werden, und wenn auch zuletzt gefährliche Keime zurückbleiben, so können sie von dem feuchten Boden, auf welchem das Gras rasch emporwächst, nicht in die Luft gelangen. — Unsere Rieselwiesen bieten also viel günstigere Umstände dar als die überschwemmten Reisfelder, wo, wie in einem Sumpfe, viele Miasmenpilze auf der Oberfläche des Bodens und der Pflanzen zurückbleiben, die dann unter der wärmeren Sonne stark abtrocknet.

Auch die Wiesenflächen, die von dem Inhalt der Schwemmkanäle überfluthet werden, können, wie ich schon oben gesagt habe, nicht die geringste Besorgniss erregen. Ich halte sie sogar für noch weniger gefährlich als die gewöhnlichen Bewässerungswiesen. Es werden sich zwar viel zahlreichere, aber dafür weniger gefährliche Spaltpilze bilden. Dann ist der Boden einer solchen Rieselfläche viel weniger dem Austrocknen ausgesetzt, da er auch im Winter unter Wasser ist, und da im Sommer das gemähte Gras so ausserordentlich rasch nachwächst, dass nur bei sehr günstiger Witterung Heu gemacht werden kann.

Die Befürchtungen, welche betreffend die gesundheitsschädliche Wirkung der Rieselflächen geäussert wurden, rühren übrigens von nicht ganz unparteiischen Gegnern des Schwemmsystems her und stützen sich auf einen nicht ganz stichhaltigen Grund, nämlich auf den üblen Geruch, den ja alle Landwirthschaft als unästhetische, aber hygienisch ungefährliche Beigabe in den Kauf zu nehmen hat.

XI.

Bestattung der Leichen.

Gegen das bisherige Begraben der Leichen hat in neuester Zeit eine lebhafte Agitation begonnen, als gegen eine besonders gefährliche Art der Bodenverunreinigung. Man verlangt zum mindesten die Verlegung der Friedhöfe in grössere Entfernung von den Städten, oder man fordert selbst die Verbrennung der Leichname. Es ist nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft ganz unzweifelhaft, dass man sich bei der Ausmalung der Gefahren einer argen Uebertreibung schuldig macht. Die schädlichen Folgen, welche die Kirchhöfe haben sollen, sind durch die Erfahrung nicht bewiesen und theoretisch unbegründet; — und sollte wirklich irgend welche Gefahr bestehen, so lässt sie sich leicht und vollständig beseitigen.

Man fürchtet, dass der Leichenacker der Atmosphäre oder einem benachbarten Brunnenwasser verderbliche Stoffe mittheile, und die Furcht steigert sich beträchtlich in Zeiten einer Epidemie. Dem gegenüber haben wir uns die Frage vorzulegen, welche Stoffe vor und nach der Beerdigung von einer Leiche ausgehen und möglicher Weise in unsern Körper gelangen?

Vor der Bestattung sind bloss die Leichen von Infectionskranken gefährlich und auch diese nur dann, wenn die Ansteckungsstoffe sich an der Oberfläche des Körpers befinden, wie diess bei den exanthematischen Krankheiten der Fall ist. Es liegt immer die Möglichkeit vor, dass von einer Blattern- oder Scharlachleiche etwas in die Luft gelange und Ansteckung vollbringe. Leichen, bei denen diese Gefahr droht, sollten sogleich nach erfolgtem Tode in nasse Tücher gewickelt, darin erhalten und beerdigt werden, indem auf diese Weise die Infectionsstoffe nicht in die Atmosphäre entweichen können. — Was die

übrigen Ansteckungskrankheiten betrifft, so ist es unmöglich, dass sich aus einer Leiche schädliche Keime in die Luft verbreiten, da dieselben im Innern des Körpers und immer in benetztem Zustande sich befinden. Einer Gefahr sind daher nur diejenigen ausgesetzt, welche eine Section vornehmen. Sollte aber die Leiche äusserlich mit ihren eigenen Auswurfsstoffen verunreinigt sein, so kann von ihr, wie von einer Blatternleiche, die Ansteckung ausgehen, und sie muss daher unmittelbar nach dem Tode entweder sorgfältig abgewaschen oder noch besser mit nassen Tüchern umgeben werden. — Bei dieser Behandlung bleibt der todte Körper, der einer Infectionskrankheit erlegen ist, den Lebenden, bis er im Grabe liegt, ebenso ungefährlich, als derjenige, den eine nicht ansteckende Krankheit dahinraffte.

Im Grabe geht der todte Körper in Fäulniss und Verwesung über. Dadurch werden Contagien, wenn solche in demselben enthalten waren, zerstört. Nach einiger Zeit (nach 4—8 Wochen) sind bloss noch Fäulnisspilze und Schimmelpilze vorhanden; und bis zu diesem Zeitpunkte können keine Keime in die Luft kommen, weil sie nicht austrocknen. Es ist keine Möglichkeit, dass man von einem Friedhofe die spezifische Ansteckung der Cholera, des Typhus, der Blattern mitgetheilt erhalte.

Ist einmal die Fäulniss der Leiche im Gange, so können nur noch Fäulnisspilze in die Atmosphäre entweichen, aber erst dann, wenn dieselben sammt ihrer Umgebung so ausgetrocknet sind, dass sie von den schwachen Luftströmungen des Bodens fortgeführt werden. Bis dahin ist überhaupt keine Gefahr vorhanden; jetzt beginnt eine solche in kaum nennenswerthem Grade, da die Fäulnisspilze unter so ungünstigen Verbreitungsverhältnissen bloss in sehr kleiner Zahl in unsern Körper gelangen können. Durch die Fäulnisspilze ist jeder Schmutzwinkel, von dem sie im Falle des Austrocknens sich ungehindert in die Luft ausbreiten, viel gefährlicher als ein ganzer Friedhof.

Ist die Fäulniss vorüber, sind von der Leiche bloss noch Knochen, Haut, Sehnen übrig geblieben, so entstehen in dem umgebenden Boden möglicher Weise Miasmenpilze. Diess ist aber nur dann der Fall, wenn derselbe für längere Zeit benetzt wird, wie durch Ueberschwemmungen, steigendes Grundwasser etc. Der Friedhof ist in dieser Hinsicht nicht siechhafter als jeder andere verunreinigte Boden in seiner Nähe; und wie ich es für den verunreinigten Boden überhaupt angegeben, so möchte ich es auch für den Friedhof wiederholen,

dass die Aussicht für Miasmenbildung geringer wird, je mehr die Bodentheile noch durch die organischen Verbindungen der Leichen verunreinigt sind. — Die miasmatische Gefahr, die von den Friedhöfen droht, kann ganz vernachlässigt werden, da sie nur für den Fall besteht, dass auch die ganze Umgebung siechhaft wird. Es ist keine spezifische Gefahr, die vom Leichenacker ausgeht; sie wäre ja in dem nämlichen Bodenraum und vielleicht noch mehr vorhanden, wenn ein Haus statt eines Friedhofes sich daselbst befände.

Die Atmosphäre wird also durch die Anwesenheit eines Friedhofes nur in so weit schädlich verunreinigt, dass allenfalls Fäulnisspilze in dieselbe gelangen. Der Austritt derselben aus dem Boden lässt sich leicht verhindern durch eine dicke Humusschicht, welche auch jetzt schon gewöhnlich vorhanden ist. Der Aufenthalt auf einem Kirchhof ist also ganz gefahrlos; die gefürchteten „Leichengase" bestehen, weil gut filtrirt, wirklich nur aus gasförmigen Verbindungen und bringen keine Infectionsstoffe mit. — Aber es besteht auch noch die Möglichkeit, dass die Fäulnisspilze von den Luftströmungen des Bodens in horizontaler Richtung fortgeführt und in benachbarte, selbst in entferntere Häuser getragen werden.

Das Trinkwasser wird von einem Friedhofe aus ebenfalls wohl nur durch Fäulnissstoffe verunreinigt; und es hat diese Verunreinigung keine schlimmere Bedeutung als jede andere durch faulende stickstoffreiche Substanzen. Sie kann nach Massgabe des schlechten Geschmackes nachtheilig wirken. In Städten wird dieser Uebelstand kaum irgendwo vorhanden sein; wenn er bestehen sollte, so muss er je nach den lokalen Umständen beseitigt werden.

Wie gering nun auch die Gefahr ist, welche aus der Anwesenheit eines Friedhofes für die Atmosphäre und für das Trinkwasser hervorgeht, so lässt sich doch die Frage aufwerfen, ob sie nicht gänzlich beseitigt werden könne. Wir haben als vorzügliche Mittel, den Boden siechfrei zu machen, zwei kennen gelernt; sie bestehen darin, ihn beständig nass oder beständig trocken zu erhalten. Im ersteren Falle verhindert man das Entweichen der Spaltpilze in die Luft, im zweiten Falle die Bildung derselben.

Das erste Mittel kann nicht angewendet werden, weil in dem nassen Boden wegen gehemmter Luftcirculation und Mangel an Sauerstoff die Zersetzungsprocesse sehr verlangsamt werden und selbst zum Theil fast ganz still stehen. Wollte man durch Nasshaltung des

Bodens die Kirchhöfe unschädlich machen, so würden die Umlaufszeiten von einer Beerdigungsperiode bis zur nächstfolgenden all zu lange dauern, und man bedürfte ein all zu grosses Areal für die Bestattung. Auch würden die Brunnen in der Nachbarschaft sicher verunreinigt.

Dagegen entspricht das andere Mittel, durch Trockenlegung des Bodens die Bildung der Spaltpilze zu verhindern, allen Anforderungen, die man an einen siechfreien Kirchhof stellen kann. Es gründet sich darauf, dass man den Fäulnissprocess möglichst unterdrückt und an dessen Stelle einen blossen Verwesungsprocess treten lässt.

Man kann die Verdrängung der Spaltpilze und der Fäulniss durch Schimmelbildung und Verwesung auf verschiedenem Wege herbeiführen, — durch Wasserentziehung (indem man die Substanz bis auf einen gewissen Grad austrocknen lässt), durch Zusatz von Säuren oder von Salzen. Ferner begünstigt der Sauerstoff die Schimmelpilze gegenüber den Spaltpilzen, sodass bei reichlichem Luftzutritt ein geringerer Grad des Austrocknens, eine geringere Menge von Salz oder Säure erforderlich ist, um die Fäulniss zu verhindern.

Ich habe bereits wiederholt angeführt, dass es durch den Wassergehalt bedingt wird, ob in einer Substanz mit beliebigen Nährstoffen Spaltpilze oder Schimmelpilze entstehen. An einer trocknen Oberfläche, die nur zeitweilig benetzt wird, können nur Schimmelpilze, aber keine Spaltpilze leben. Wenn eine Lösung hinreichend concentrirt, d. h. hinreichend wasserarm wird, so werden die Spaltpilze vollständig durch die Schimmelpilze verdrängt; bei Zusatz von Säuren oder Salzen bedarf es einer geringeren Wasserentziehung, um den gleichen Erfolg zu erhalten; Zusatz von grösseren Säure- oder Salzmengen wirkt in der nämlichen Weise bei jeder beliebigen Verdünnung.

Man kann Milch durch Spaltpilze sauer werden oder ammoniakalisch faulen lassen. Setzt man ihr so viel Kochsalz zu, dass sie davon etwa 17 Procent enthält, so tritt weder Säuerung noch Fäulniss, dagegen reichliche Schimmelbildung ein. Harn mit der nämlichen Procentmenge von Kochsalz fault ebenfalls nicht, sondern schimmelt. Von einer Säure bedarf es zu gleichem Zweck kaum 2 Procent. Eine feste Substanz, die mit Wasser durchdrungen ist, wie z. B. Fleisch, verlangt im Verhältniss zur Menge der unlöslichen Stoffe eine geringere Menge des Antisepticum und eine noch beträchtlich geringere Menge, wenn sie gleichzeitig durch Austrocknen Wasser verliert. Man kann

selbst ohne allen Zusatz frisches Fleisch bei gewöhnlicher Temperatur trocknen lassen, ohne dass Fäulniss eintritt, wenn man es in hinreichend trockne oder bewegte Luft hängt.

Diese Thatsachen geben uns genügende Anhaltspunkte, um Spaltpilzbildung und Fäulniss von den Leichen fern zu halten und bloss Schimmelpilze auf sie einwirken zu lassen.

Es ist nun noch von Wichtigkeit, zu wissen, welche Veränderung die Leichen durch die Schimmelbildung erleiden. Leider haben wir hierüber noch keine Gewissheit auf experimentellem Wege. Ich habe oben von der Wirkung der Schimmelpilze gesprochen und gezeigt, wie Brod und auch Holz durch dieselben gänzlich zerstört werden (S. 11). Die nämliche Zerstörung muss auch beim Fleisch, dem man Wasser entzogen hat, eintreten, verlangt aber wahrscheinlich eine längere Zeit.

Die Leichen zerfallen also durch Schimmelbildung, wie es ihre Bestimmung ist, in Atmosphärilien und mineralische Stoffe, und zwar ohne dass sich dabei schädliche Spaltpilze bilden. Sollte dieser Verwesungsprocess allzu langsam ausfallen, was sich ohne Versuche zum voraus nicht bestimmen lässt, so müsste man dafür sorgen, dass die Zersetzung mit Fäulniss durch Spaltpilze beginne, dann aber bald durch Schimmelbildung in Verwesung übergeleitet werde, was man durch ein schwächeres antiseptisches Verfahren leicht erreichen kann.

Ich will nun die Frage im Allgemeinen besprechen, wie sich bei der Beerdigung der Leichen der Zweck erreichen lässt, dass Schimmelbildung und Verwesung an die Stelle der Spaltpilzbildung und Fäulniss treten.

Zunächst sind die Friedhöfe möglichst trocken zu legen, sei es durch ein gutes Drainirsystem mit hinreichend tiefen Abzugsgräben, welche sie rings umgeben, sei es, was noch viel zweckmässiger ist und bei neuer Anlage leicht ausgeführt werden kann, durch hinreichende Erhöhung über die benachbarte Bodenoberfläche. Dabei ist lehmige Beschaffenheit des Bodens zu vermeiden und dafür Kies als Untergrund zu wählen. Wenn nichts anderes als Lehm zu Gebote steht, so kann selbst für diesen ungünstigen Fall die nothwendige Trockenheit und Durchlüftung durch eine stärkere Erhöhung und durch Trockenröhren erreicht werden.

Je mehr die Beschaffenheit des Bodens dazu geneigt ist, die Feuchtigkeit anzuziehen und festzuhalten, um so mehr ist durch

zweckdienliche Anlage der Oberfläche dafür zu sorgen, dass das Regenwasser möglichst abfliesst und nicht eindringt.

Ich bin überzeugt, dass bei richtigen Massnahmen in jedem Klima, bei jeder Bodenbeschaffenheit und an jeder beliebigen Stelle ein neuer Friedhof in einer den Anforderungen vollkommen entsprechenden Weise hergestellt, und dass auch jeder alte Friedhof durch Erhöhung und nöthigenfalls durch Drainirung auf den nämlichen Grad der Vollkommenheit verbessert werden kann.

Die Bedingung für die beste Beschaffenheit eines Kirchhofes ist also die möglichste Trockenheit seines Untergrundes, d. h. des Grundes, welcher die Leichen aufnehmen soll. Man könnte vielleicht einwenden wollen, dass in einem allzu dürren Boden die Leichen zu Mumien vertrocknen und gar nicht in Verwesung übergehen möchten. Diese Befürchtung wäre ganz unbegründet. Denn es ist zu bedenken, einerseits, dass die Oberfläche hin und wieder vom Regen benetzt wird, dass sie eine mehr oder weniger mit Vegetation bedeckte Humusschicht besitzt und bei trocknem Wetter wohl auch meistens begossen wird, — andererseits, dass in der Tiefe entweder Grundwasser oder eine nasse undurchlässige Bodenschicht sich befindet. Der die Leichen aufnehmende Untergrund ist also eingeschlossen zwischen einer absolut feuchten (nassen) und einer relativ feuchten Schicht. So trocken sie nun an und für sich ist, so muss sie, wie sich aus einer Menge von Beispielen und Versuchen im Kleinen ergiebt, immer noch mehr als genug Feuchtigkeit enthalten, um eine reichliche Schimmelvegetation zu gestatten.

Die Verwesung geht also auch in dem trockensten Kirchhofboden vor sich; aber je trockner derselbe, um so günstiger ist es, wenn er von Pflanzen beschattet und bei regenloser Zeit begossen wird. Eine dicke Humusschicht wirkt unter allen Umständen günstig, weil sie bei Regen viel Wasser aufzunehmen und die Leichname vor Benetzung zu schützen vermag und weil sie bei trocknem Wetter die Feuchtigkeit zurückhält.

Die Bedingungen, unter denen die Fäulniss durch Spaltpilze unterdrückt und die Verwesung durch Schimmel befördert wird, nämlich trockner (nicht nasser) Boden mit eingeschlossener feuchter Luft, lassen sich, wie aus dem Vorstehenden hervorgeht, bald vollständig bald annähernd durch die Behandlung des Bodens allein herstellen. Soweit aber dieselbe nicht genügen sollte, um den Leichnam vor

Benetzung von oben zu schützen, tritt der Sarg ergänzend ein. Es ist zweckmässig, wenn derselbe einen übergreifenden gewölbten Deckel besitzt, nicht einen flachen, wie in manchen Gegenden gebräuchlich („ein Haus aus 6 Brettern"), — es ist gleichfalls zweckmässig, wiewohl nicht nothwendig, dass der Deckel aus Hartholz gefertigt ist, wogegen Seiten und Boden wohl besser nur aus Fichtenholz bestehen.

In einem gut eingerichteten, hinreichend trocknen Friedhof besteht eine Gefahr, dass Fäulniss eintrete, nur in der ersten Zeit nach der Beerdigung. Der menschliche Körper enthält in 100 Gewichtstheilen etwa 70 Wasser. Ein Theil dieses Wassers fliesst einige Zeit nach dem Tode aus der Körpersubstanz heraus; der Rest geht langsamer durch Verdunstung fort. Es wird aber immerhin einige Zeit vergehen, bis selbst in dem trockensten Boden der Leichnam so weit ausgetrocknet ist, dass er nur noch zu schimmeln vermag.

Um diesen Zustand, bis zu welchem nothwendig Zersetzung durch Fäulniss statthat, schneller herbeizuführen, sollten Boden und Seitenwände des Sarges mit reichlichen Löchern durchbohrt sein, um den Abfluss des Wassers und das Durchstreichen von Luft zu gestatten. Die jetzige Bestattung in luft- und wasserdichten Särgen ist entschieden verwerflich, weil dadurch die Zersetzung der Leichname wegen mangelhaften Sauerstoffzutrittes überhaupt sich verlangsamt und zugleich auch mehr den Charakter der Fäulniss annimmt. Noch besser als durchbohrte Sargwände wären solche aus Latten mit möglichst grossen Zwischenräumen, und das Allerbeste wäre vielleicht, wenn der in die Todtengewänder gehüllte Leichnam unmittelbar auf die mütterliche Erde gelegt und nur mit einem gewölbten Sargdeckel bedeckt würde[1]).

Der Sarg mag nun aber so oder anders beschaffen sein, es wird immer eine ziemliche Zeit vergehen, bis der Leichnam so weit ausgetrocknet ist, dass er nur noch durch Schimmelpilze verwest. Bis zu dieser Zeit kann er durch chemische Mittel, welche der Spaltpilzbildung hinderlich, dagegen der Schimmelbildung förderlich sind, vor der Fäulniss geschützt werden. Diess geschieht durch Salze oder

1) Der Rath, die Leichname gänzlich ohne Sarg zu beerdigen, ist nur dann rationell, wenn der Boden ganz trocken und vor dem eindringenden Regenwasser geschützt ist.

Säuren (Kochsalz, Schwefelsäure, Salzsäure, Oxalsäure, Weinsäure) oder auch durch Salz und Säure zugleich[1]).

Am besten wäre es, diese fäulnisswidrigen Substanzen theils in die Brust- und Bauchhöhle, theils in die Leichengewänder zu bringen. Für den Leichnam eines Erwachsenen von 60 Kilogramm Gewicht dürften 7 Kilogramm Kochsalz (ohne Säure) oder $1\frac{1}{2}$ Kilogramm Weinsäure (ohne Salz) mehr als genügen, wenn man das Mittel in der angegebenen Weise verwendet. Wird das Oeffnen der Leiche nicht gestattet, so könnte diese auch nur äusserlich mit Salz oder Säure umgeben werden, wozu es dann aber einer grösseren Menge bedarf. Doch wären auch im letzteren Fall für einen Erwachsenen von 60 Kilogramm Gewicht 10 Kilogramm Kochsalz wohl ausreichend.

Wenn die Leichen in dieser Weise in einem guteingerichteten Kirchhof beerdigt werden, so halte ich die Fäulniss derselben nur in der ersten Zeit und nur in sehr beschränktem Masse für möglich. Gleich von Anfang an wird sie durch Salz oder Säure beschränkt. Ein Theil dieser antiseptischen Mittel wird zwar von der aus dem Leichnam austretenden Flüssigkeit fortgeführt; dafür geht ein andrer Theil in die Substanz hinein und genügt, da diese nun immer wasserärmer wird, bald vollständig, um die Spaltpilzbildung zu unterdrücken. Eine erhebliche Aussicht für die letztere wäre bloss dann vorhanden, wenn im Boden befindliches Wasser zu den Leichen gelangen und Salz oder Säure auswaschen könnte. Dass diess nicht geschehe, dafür ist mehr als hinreichend durch die Anlage des Kirchhofes und die Beschaffenheit des Sarges gesorgt.

Die Zerstörung des Leichnams wird nun schon bald nach der Beerdigung bloss noch durch Schimmelpilze bewirkt und ist vollkommen ungefährlich. Schimmelsporen (Samen) entstehen unter diesen Umständen nicht, und wenn es ausnahmsweise geschehen sollte, so können sie wegen ihrer verhältnissmässig beträchtlichen Grösse und Schwere (sie sind meist 1000 bis 10000 mal schwerer als die Spaltpilze) von den schwachen Luftströmungen des Bodens nicht fortgeführt werden und wären ja überhaupt auch ungefährlich.

Es ist vielleicht am Platze, noch eine Bemerkung über die Massenbeerdigung zu machen, welche nach der Schlacht dem Sieger als

1) Andere antiseptische Mittel (Gifte) dürfen nicht angewendet werden, da dieselben nicht bloss die Spaltpilze, sondern auch die Schimmel abhalten würden.

trauriges Amt obliegt. Wie oft ist über die verpestete Luft der Schlachtfelder wegen mangelhafter Bestattung Klage geführt worden. Am besten wird auch in diesem Falle den allfälligen schädlichen Folgen durch möglichste Trockenlegung vorgebeugt.

Folgendes Verfahren dürfte sich als einfach und zweckentsprechend empfehlen. Auf dem zur Begräbnissstätte ausgewählten Platze wird der Rasen sammt dem Humus entfernt und, ohne tiefer zu graben, die Leichname neben und über einander darauf gelegt, und dabei wo möglich durch Lagen von Kies oder Sand, auch durch Reisig von einander getrennt. Dann wird rings um diese Stätte ein Graben ausgehoben und nachdem zuerst wieder Humus und Rasen bei Seite geschafft worden, mit dem gewonnenen Untergrunde der Leichenhaufen bedeckt. Auf den Untergrund kommt dann aller verfügbare Humus und Rasen wenigstens in der Mächtigkeit von 1 Meter. Man hat nun einen von einem Graben umgebenen Leichenhügel von möglichst trockner Beschaffenheit, in welchem die Fäulniss bald in Verwesung übergehen wird.

Es ist übrigens auch in diesem Falle sehr zweckmässig, wenn über die obersten Leichen eine Lage von antiseptischen Substanzen, welche die Schimmelbildung befördern (Salz und Säure), ausgebreitet wird. Sollten aber im Anfange Fäulnisspilze entstehen und sollten dieselben, was nicht wahrscheinlich ist, durch Austrocknen transportfähig werden, so können sie doch nicht in die Luft gelangen, weil die mit Rasen bewachsene Humusschicht sie nicht durchlässt.

Dieses Verfahren ist in allen Fällen mehr als ausreichend, um nicht nur jede Gefahr, sondern auch allen üblen Geruch zu verhindern, wenn der Boden nur einigermassen trocken und steinig oder kiesig ist. Ist er dagegen lehmig oder nass, so muss nach Wegnahme des Humus die Lagerstätte der Leichen zuerst entsprechend erhöht werden, ehe man die letzteren darauf aufschichtet. Man erhält in diesem Falle einen etwas höheren, von einem etwas tieferen Graben eingeschlossenen Leichenhügel, der vollkommen siechfrei ist, weil das Regenwasser grösstentheils abfliesst und nicht bis zu den Leichen eindringt.

Das bisherige Verfahren, eine Grube auszuheben, welche um so tiefer sein musste, je mehr Leichen sie aufzunehmen hatte, passt höchstens für einen ganz trocknen, kiesigen oder sandigen Boden, in welchem die Leichen noch hinlänglich über den höchsten Grundwasserstand zu liegen kommen. Im Allgemeinen ist dieses Verfahren

unzweckmässig, weil es die Fäulnissprocesse begünstigt und die Luft mit übelriechenden Gasen verunreinigt.

Es knüpfen sich an die Leichen und an deren Zersetzungsprocesse viele Befürchtungen. Wären dieselben gegründet, so müsste man die so lebhaft ausgesprochene Forderung, die bisherige Bestattungsweise zu ändern, nur billigen und unterstützen. Wäre das jetzige Begraben der Todten eine ernstliche Gefahr für die Lebenden, so müsste man dasselbe als ein Vorurtheil bekämpfen und eine freiere Ansicht zu verbreiten suchen. Allein die Befürchtungen sind grösstentheils ungegründet, und auch die letzte Besorgniss muss bei einer rationellen Beerdigung verschwinden.

Die Alten haben über ihren Todten den Leichenhügel errichtet, oder sie haben die Asche in Urnen aufbewahrt. Wir senken unsere Verstorbenen mit weniger zweckmässigem Verfahren in die Grube Wenn wir die Fingerzeige der Wissenschaft befolgen, so können wir unsere Sitte, die so Vielen als ein durch alten Brauch und Religion geheiligtes Symbol erscheint, ohne alle Gefahr beibehalten, und wir können nach meiner festen Ueberzeugung die Gräber unserer Angehörigen in nächster Nähe, selbst in der Mitte volkreicher Städte belassen.

XII.

Gesunderhaltung der Wohnungen.

In den vorhergehenden Kapiteln sind schon alle Punkte besprochen worden, die bei dem Gegenstand in Betracht kommen, der den Inhalt dieses Kapitels bildet. Hier soll nun aber gezeigt werden, wie die früher festgestellten Thatsachen anzuwenden sind, um die Wohnungen, soweit dieselben von niederen Pilzen und deren schädlichen Wirkungen bedroht werden, gesund zu erhalten.

Wir können zwei Gebiete unterscheiden, das eine umfasst die Massregeln zum Schutze des Hauses und seiner nächsten Umgebungen vor den schädlichen Keimen, die von aussen, namentlich vom Boden kommen, das andere den Schutz vor schädlichen Keimen, die sich im Hause selbst bilden oder darin befinden.

Die gefährlichen Pilze werden im Allgemeinen nur von der Luft hergebracht. Das Wasser kann, als Träger derselben, fast ganz unberücksichtigt bleiben. Was das Trinkwasser betrifft, so habe ich davon oben ausführlich gesprochen. Man möchte allenfalls denken, dass das Wasser, welches zum Waschen benutzt wird, eine schädliche Wirkung ausüben könnte. Denn, wenn es Spaltpilze enthält, so bleibt ein Theil derselben auf den gewaschenen Fussböden, Wänden, Geräthschaften, Wäsche zurück und wird möglicherweise nach dem Trocknen von den Luftströmungen fortgeführt.

Hiezu ist zu bemerken, dass selbstverständlich nur dann die eben angezeigte Gefahr besteht, wenn kaltes Wasser zum Waschen verwendet wird, und dass sie verschwindet, sowie man heisses Wasser benutzt, weil durch Siedhitze die Spaltpilze zwar nicht sicher getödtet, aber doch verändert und unwirksam gemacht werden. Sollte also irgend einmal ein Wasser Verdacht erwecken, so wäre eine sichere Schutz-

massregel, dasselbe vor dem Waschen zu kochen. Aber auch wenn diese Vorsicht nicht ausgeübt wird, so wird doch kaum je die Gefahr ernstlich werden.

In dem Wasser können Fäulnisspilze, Miasmenpilze oder Contagienpilze enthalten sein. Wenn die ersteren auch noch so reichlich vorhanden sind, so bleiben sie immer unschädlich, da sie nur in grösserer Menge durch Wunden eindringend Infection verursachen (S. 90).

Von Miasmenpilzen bedarf es einer zwar viel geringeren, aber doch immerhin einer bestimmten, nicht unbeträchtlichen Menge zur Ansteckung. Es giebt nun Wasser (Brunnenwasser aus einem siechhaften Boden, Wasser aus Flüssen, Teichen, Seeen), das reichliche Pilze enthält. Getrunken ist es vollkommen unschädlich; wenn aber die Miasmen aus demselben in der erforderlichen Quantität eingeathmet würden, so müssten sie Wechselfieber oder die miasmatische Disposition für Typhus und Cholera bewirken. Es ist also lediglich die Frage, ob eine Gefahr dafür bestehe, dass aus dem Wasser, das beim Waschen zurück bleibt und verdunstet, eine irgend erhebliche Menge in unsern Körper gelange. Ich halte diess nicht für möglich.

An der Oberfläche eines abgewaschenen Gegenstandes und in der ausgerungenen Wäsche bleibt nur sehr wenig Wasser und nur eine dieser Wassermenge entsprechende Zahl von Spaltpilzen zurück. Von denselben kommt wieder nur ein Theil rechtzeitig, d. h. mit ungeschwächter Wirksamkeit, in die Luft[1]); — und wie viele nun davon in unsern Körper gelangen, das hängt allerdings von Zufälligkeiten ab, beträgt aber im günstigsten Falle nur einen ganz kleinen Theil. Dieser günstigste Fall wäre der, wenn ein Wohnzimmer mit miasmenhaltigem Wasser ganz abgewaschen und nach dem Abtrocknen verschlossen gehalten würde. Selbst dann wäre eine miasmatische Infection fast undenkbar; es verschwindet aber auch die geringste Gefahr, wenn alle Tage einmal gelüftet wird.

Am gegründetsten ist die Besorgniss vor Waschwasser, welches Contagienpilze enthält. Dieselben werden zwar nur in viel geringerer Zahl darin vorhanden sein als die Miasmenpilze, aber es bedarf zur Infection auch nur ausserordentlich weniger, vielleicht nur eines einzigen. Es ist wohl denkbar, dass einige solcher Pilze, wenn

1) Möglicherweise kommen zuletzt alle Pilze, die aus dem Wasser eintrockneten, in die Luft, aber wohl die Mehrzahl erst, nachdem sie durch allzustarkes Austrocknen ihre spezifische Wirksamkeit ganz oder theilweise verloren haben.

man sich Gesicht und Hände oder den ganzen Körper wäscht, in eine kleine Wunde eindringen oder von abgewaschenen und getrockneten Gegenständen in die Luft und die Lunge kommen und Ansteckung verursachen. Diess ist nun eine wirkliche Gefahr, ihre Verhütung aber bei richtiger Einsicht nicht schwer.

Zunächst ist festzuhalten, dass ein unreines Wasser aus siechhaftem oder verunreinigtem Boden, aus Sümpfen oder Flüssen als solches wohl Fäulniss- und Miasmenpilze, aber keine Contagienpilze enthält. Die letzteren stammen aus dem kranken Körper und können nur durch Unvorsichtigkeit in das Wasch- und Trinkwasser gelangen, und zwar in das reinste ebensogut wie in das schmutzigste. Es ist daher ebensosehr darauf zu achten, dass die verschiedenen Auswurfsstoffe von Infectionskranken nicht in das Wasser, das wir benützen, kommen, als dass ihr Austrocknen und Fortfliegen in die Luft verhütet werden muss. Haben die Contagienpilze einmal 8 Tage im Wasser gelegen, oder kommen sie, nachdem die Nährsubstanz in Fäulniss übergegangen ist, hinein, so sind sie unschädlich. —

Das Wasser führt uns also nur selten Infectionsstoffe in wirklich gefährlicher Weise zu, und wenn es der Fall sein sollte, so lässt sich durch Erhitzen desselben oder auf anderem Wege die Gefahr unschwer abwenden. Dagegen ist die Luft das Element, welches fortwährend Ansteckungsstoffe in unsere Nähe bringt. Gegen die Luft, welche mit den Bewegungen der Atmosphäre in die Häuser eindringt, haben wir keine Macht, da wir sie nicht filtriren können. Glücklicherweise werden in derselben die Spaltpilze ziemlich rasch vertheilt und durch starkes Austrocknen verändert und unschädlich gemacht. Wir athmen daher aus der mit Winden herbeiströmenden Luft nicht sehr viele und meist unwirksame Keime ein. Die Fäulnisspilze und die Miasmenpilze sind auf diesem Wege in der Regel harmlos, wie es ja auch kein transportables Miasma giebt. Auch die Contagienpilze, die einen weiteren Weg mit der Luft gemacht haben, werden kaum Ansteckung bewirken können.

Gegen die Luft dagegen, welche vom Boden und aus demselben kommt und Infectionsstoffe mitführt, können wir unsere Wohnungen und Umgebungen schützen. Diese Luft ist auch viel gefährlicher als die der Atmosphäre; sie vermittelt den Einfluss des siechhaften Bodens, indem sie die auf und in demselben gebildeten Infectionspilze enthält.

Wenn es sich um Schutzmassregeln handelt, müssen wir die Umgebungen der Häuser und diese selbst trennen, indem beide eine besondere Behandlung verlangen. Ich will zunächst von den ersteren sprechen, zu denen in den Städten die Strassen und öffentlichen Plätze, die Höfe und Gärten gehören. Hier ist gleichzeitig Rücksicht darauf zu nehmen, dass nicht nur der Austritt der schädlichen Keime aus dem Untergrunde, sondern auch die Bildung derselben an der Oberfläche verhindert werde.

Im Allgemeinen ist zwar der Boden im Freien wenig gefährlich, weil die von demselben aufsteigenden Spaltpilze durch die Luftströmungen rasch fortgeführt und vertheilt werden. Doch kann ein längerer Aufenthalt auf einem siechhaften Boden auch in unserem Klima miasmatische Infection verursachen, wie uns die erkrankten Soldaten, die auf einem siechhaften Exercierplatze ihre Uebungen hielten, und die erkrankten Arbeiter, die auf einem siechhaften Felde Kartoffeln ernteten (S. 82—83) beweisen. Es ist also von Wichtigkeit, dass der freie Raum zwischen den Häusern vor den schädlichen Einflüssen des Bodens bewahrt bleibe.

Die Umgebungen der Häuser sollen aber nicht nur so hergestellt werden, dass die Luft vor den schädlichen Einflüssen des Bodens bewahrt bleibt, sondern sie sollen zugleich auch einen Schutz für den Boden selbst bilden. Dieser Schutz muss jedoch, wie aus allen bisherigen Erörterungen sich ergiebt, nicht etwa gegen die Verunreinigungen durch organische Substanzen, sondern gegen die zeitweise Benetzung durch Regenwasser gerichtet sein.

Da im Allgemeinen nur ein beständig trockner oder ein beständig nasser Boden siechfrei ist, so besteht die hygienische Aufgabe darin, den Untergrund, soweit man ihn nicht unaufhörlich benetzen kann, möglichst trocken zu erhalten und ihn vor periodischer Benetzung zu bewahren. In den Städten bleibt die Bodenoberfläche, welche mit Häusern besetzt ist, an und für sich frei von dieser Benetzung. Wenn es gelingt, den Regen auch von der übrigen Fläche abzuhalten, so hat man einen über den Grundwasserschwankungen absolut trocknen Boden, in welchem man bloss durch grössere und kleinere Versitzgruben (wozu auch die undichten Gruben und Kanäle gehören) gewisse Partieen beständig nass erhält.

Diess ist jedenfalls der hygienisch vollkommenste Zustand, in welchen wir den Boden einer Stadt mit wechselndem Grundwasser-

stande durch die uns zu Gebote stehenden Massregeln versetzen können, wobei die Versitzgruben so viel als möglich zum Schutze der Häuser dienen. Ist der Boden nicht durch die Grundwasserschwankungen siechhaft, so sind die Versitzgruben überflüssig, indem die vollständige Trockenheit ihn in hygienischer Beziehung jetzt ebenso vollkommen macht.

Der eindringende Regen ist aber nicht immer schädlich; in einem grobporösen Boden fliesst er rasch ab und veranlasst keine Spaltpilzbildung. Dagegen wird er um so gefährlicher, je feiner seine Porosität; denn in den zahlreichen Capillarräumen bleibt das Wasser längere Zeit liegen, und diess um so mehr, da der Städteboden nach oben gut abgeschlossen und vor Verdunstung geschützt ist. Da nun auch in einem groben Kies häufig feiner Sand vorkommt, so ist es immerhin besser, wenn man sich die Trockenhaltung des Bodens (mit Ausnahme der constant nassen Stellen) allgemein zur Aufgabe macht.

Was zuerst die S t r a s s e n betrifft, so können dieselben leicht in den Zustand versetzt werden, dass sie der eben gestellten Forderung genügen. Sie lassen, bei guter Anlage und wenn durch Gräben und Kanäle für raschen Abfluss des Wassers hinreichend gesorgt ist, den Regen nicht in den Boden eindringen.

Ferner sollen dieselben eine feste, für die Bodenluft undurchdringliche Decke bilden, und es soll auch kein schädlicher Staub von ihrer Oberfläche in die Luft gelangen. Diese Zwecke werden am vollständigsten erreicht, wenn die Strassen gepflastert sind. Das Pflaster bildet ein festes Gefüge; die Zwischenräume zwischen den Steinen lassen sich, wenn hin und wieder gespritzt wird, immer benetzt erhalten. Dadurch wird ein vollkommener Abschluss gegen den allenfalls siechhaften Boden hergestellt. Macadamisirte Strassen bilden jedenfalls einen weniger guten Abschluss, da sie sich unmöglich immer benetzt erhalten lassen. Auch erzeugen sie ganz unverhältnissmässig mehr Staub als das Pflaster.

In neuerer Zeit ist das regelmässige Bespritzen der Strassen in den Städten Mode geworden; es trägt nicht bloss zur Annehmlichkeit bei, sondern hat auch einen ganz entschiedenen hygienischen Nutzen, wenn die g e p f l a s t e r t e n Strassen so häufig gespritzt werden, dass sich kein Staub bildet. In einem nicht sehr trocknen Klima und in engen Gassen mit hohen Häusern lässt sich selbst durch zwei- oder dreimaliges Spritzen im Tag die Oberfläche der Strassen beständig

benetzt erhalten, sodass weder von derselben, noch aus dem Boden staubförmige Körperchen in die Atmosphäre gelangen. Ein beständig nasses Pflaster ist in hygienischer Rücksicht die beste Beschaffenheit einer Strasse.

Stellen wir dieser besten sogleich die schlechteste Beschaffenheit einer Strasse gegenüber, so finden wir sie in einer bekiesten oder macadamisirten Oberfläche, welche täglich einige Male gespritzt wird. Beim Spritzen bilden sich immer einzelne kleinere oder grössere Tümpel, in denen das Wasser längere Zeit liegen bleibt, die wohl auch bis zur nächsten Bespritzung feucht bleiben. Hier haben nun die Spaltpilze, es können je nach Umständen Fäulnisspilze oder auch Miasmenpilze sein, alle Gelegenheit sich zu vermehren. Sie können sich aber auch auf der übrigen Strassenoberfläche um so eher bilden, je reichlicher gespritzt wird. Zwischen den Bespritzungen trocknet die Strassenoberfläche wieder aus, der Staub fliegt davon und mit ihm auch ein Theil der auf derselben entstandenen Pilze.

Man versetzt also durch ein mehrmaliges Spritzen die nichtgepflasterte Strasse in die hygienisch schlimmste Beschaffenheit, die es für einen Boden giebt, in die nasstrockne, welche die Bildung der Pilze befördert und deren Entweichen in die Luft und in unseren Körper gestattet. Für die Strasse wie für jeden Boden giebt es nur zwei untadelhafte Zustände, den beständig trocknen und den beständig feuchten; und von diesen beiden ist jedenfalls der letztere insofern der bessere, als er sich nöthigenfalls mit hinreichender Mühe strenge durchführen lässt, während der constant trockne Zustand immer durch Regenwetter und Gewitter unterbrochen wird.

Doch halte ich die nasstrockne Beschaffenheit, welche durch das vom Himmel fallende Wasser verursacht wird, für viel weniger gefährlich als diejenige, welche durch das Spritzen entsteht. Nur ein kurzer Regenschauer, der die Strasse bloss benetzt, hat die Wirkung des Spritzens. Im Allgemeinen fällt bei Regen so viel Wasser auf die Strasse, dass dasselbe abfliesst, somit die Strassenoberfläche auswäscht und die leichteren Stäubchen, wie die Spaltpilze, mit fortführt. Das Spritzen hat diese wohlthätige Folge nicht; es ist eigentlich nichts anders als ein im Grossen ausgeführter Versuch, die schädlichen Pilze zu züchten.

Wenn nun eine bekieste oder macadamisirte Strasse sich nicht durch häufiges Spritzen beständig nass erhalten lässt, so sollte in

hygienischem Interesse das Spritzen ganz aufgegeben werden, da dasselbe nur schädlich wirken kann. Den Staub verhindert es doch nur für kurze Zeiträume; dieser ist aber nicht nur durch die schädlichen Keime, sondern auch durch physikalische und möglicherweise durch die chemische Beschaffenheit seiner übrigen Theile schädlich. Desswegen sollten die Strassen in grösseren Ortschaften gepflastert sein, und wenn man aus ökonomischen oder andern Gründen die bekiesten oder macadamisirten Strassen beibehält, so sollte von denselben bloss regelmässig Staub und Unrath weggekehrt werden[1]).

Kann man die gepflasterten Strassen nicht beständig nass erhalten, so empfiehlt sich das Spritzen nur für den Fall, dass damit zugleich gekehrt und gereinigt wird, sodass beim Trocknen von der reingehaltenen Oberfläche kein Staub fortfliegt. Geschieht diess aber nicht, so wäre es viel besser, die Strassen täglich rein zu kehren und nicht zu spritzen, als zu spritzen und den Unrath liegen zu lassen, welcher dann nach dem Trocknen theilweise als Staub in die Luft und die Lungen der Bewohner gelangt. — Bleibt die Strassenoberfläche durch häufiges Spritzen beständig nass, so kann die Reinigung

1) In München ist das schlimmste System der Strassenbehandlung in Blüthe, und jedenfalls sieht man deutlich, dass das Strassenspritzen nicht hier gewachsen, sondern als exotische Pflanze importirt wurde, die für unser Klima wenig taugt. In einer Stadt mit gepflasterten engen Strassen mag zwei- oder dreimaliges Spritzen seinen Zweck erfüllen. In den breiten luftigen macadamisirten Strassen unserer Vorstädte mit der starken Luftbewegung und der aussergewöhnlichen Trockenheit Münchens müsste nicht 2 Mal wie früher, oder 3 Mal wie jetzt, sondern wenigstens 12 Mal an sonnigen und windigen Sommertagen gespritzt werden, wenn ein Vortheil und nicht ein Nachtheil dabei herauskommen soll. Denn schon ½ oder 1 Stunde, nachdem gespritzt wurde, wirbeln wieder die dichtesten Staubwolken auf.

Scheut man aber vor der enormen Mühe und Ausgabe zurück, welche nöthig wären, um die Strassenoberflächen beständig nass zu erhalten, so giebt es, bis einmal die Strassen gepflastert sind, nur ein Mittel, um München vor seiner unangenehmsten und auch sehr ungesunden Plage, vor dem unendlichen Staub, zu befreien. Statt die Strassen zu spritzen, lasse man sie täglich so gut als möglich mit dem Besen kehren, den zusammengekehrten Staub in Haufen aufschichten, welche bis zum Abholen gespritzt und feucht gehalten werden, damit der Wind den Staub nicht (wie es wohl auch geschieht) wieder forttrage und so täglich die Nachtarbeit der Penelope vollbringe.

In dieser Weise liesse sich, ohne beträchtlich mehr Mühe als bisher aufzuwenden, die Staubmenge, die wir jetzt gezwungen sind, in den Strassen und auch den ganzen Tag in unseren Wohnungen einzuathmen, gewiss um einen sehr beträchtlichen Theil vermindern.

beliebig erfolgen; sie hat dann keine hygienische Bedeutung mehr, sondern bloss ästhetische, insofern als durch den Schmutz Auge und und Nase beleidigt werden.

Ausser den Strassen giebt es in einer Stadt noch öffentliche Plätze, Höfe und Gärten. Dieselben bilden mit Rücksicht auf die hygienische Betrachtung zwei Gruppen, je nachdem sie mit Humus und Vegetation bedeckt sind oder nicht. — Wenn sie dieser Bedeckung entbehren, so ist es im Allgemeinen das Vortheilhafteste, sie mit einem Strassenpflaster zu versehen; dasselbe lässt den Regen nicht eindringen, bildet einen ziemlich guten Abschluss gegen die Bodenluft und kann reinlich gehalten werden, sodass es nicht staubt.

Für öffentliche Plätze, welche nicht befahren werden, ist es ebenso zweckmässig oder vielleicht noch besser, wenn sie gut macadamisirt und mit sandfreiem Kies bedeckt werden. Das Macadam lässt das Regenwasser ebenfalls nicht eindringen. Es bleibt ferner, wenn hin und wieder gespritzt wird, unter dem Kies beständig feucht und stellt einen noch besseren Abschluss gegen die Grundluft dar als das Strassenpflaster, welches nicht beständig nass gehalten wird. Von solchen Plätzen kann wegen der Kiesdecke, wenn dieselbe reichlich unterhalten wird, auch kein Staub in die Atmosphäre kommen.

Ungünstiger verhalten sich die Plätze (Höfe etc.), welche weder gepflastert noch macadamisirt sind, und entweder keine besondere Decke oder nur eine solche von Kies besitzen. Je lockerer hier die Bodenoberfläche ist, um so leichter lässt sie den Regen in den Untergrund und die Grundluft in die Atmosphäre gehen. Diese Nachtheile verschwinden in dem Masse als der Boden festgetreten ist und feucht gehalten wird.

Die mit Humus und Vegetation bedeckten Räume sind in zwei Beziehungen vollkommen zweckentsprechend. Von denselben wird kein Staub fortgeweht. Sie lassen auch keine Bodenpilze durch ihre Oberfläche in die Luft austreten, besonders wenn sie nicht nur mit Gebüschen und Bäumen, sondern auch mit Rasen bewachsen oder mit einer hinreichend mächtigen Humusschicht versehen sind.

Dagegen gewähren sie den Nachtheil, dass das Regenwasser leicht durch den Humus in den Untergrund geht. Diess ist nun je nach der Beschaffenheit des Untergrundes von grösserer oder geringerer Bedeutung, wie ich bereits dargethan habe. Jedenfalls lässt sich

darüber nichts allgemein Gültiges aussagen. Es sind Fälle denkbar, dass solche mit Vegetation versehenen Plätze eine wirkliche Gefahr bringen, indem sie den Boden siechhaft machen; ob sie in Wirklichkeit vorkommen, ist ungewiss. — Dabei ist nach den früheren Erörterungen selbstverständlich, dass, wenn in Folge reichlicher Regengüsse und anderer günstiger Umstände grössere Mengen von Spaltpilzen im Boden entstehen, dieselben nicht durch den Humus der grünen Plätze und Gärten in die Atmosphäre gelangen, sondern nur dann schädlich wirken, wenn sie durch seitliche Luftströmungen in die Fundamente der Wohnhäuser geführt werden oder auch, wenn sie durch die Kiesplätze in die Luft entweichen.

Man legt aus andern Gründen grossen Werth darauf, dass die grünen Plätze den Städten erhalten bleiben. Sie sollen namentlich für die Gesunderhaltung derselben von grossem Nutzen sein, indem die Vegetation den Bewohnern das Lebenselement, den Sauerstoff, zuführe. Diese Folgerung ist nur zur Hälfte richtig; man begeht dabei wieder den Fehler, der so oft in hygienischen Dingen gemacht wird, dass man die quantitativen Verhältnisse ganz vernachlässigt.

Es ist allerdings wahr, dass die grünen Pflanzentheile am Tage Sauerstoff aushauchen, und dass die von ihnen produzirte Sauerstoffmenge grösser ist als die Menge, welche die gleichen grünen Theile während der Nacht und alle nicht grünen Theile (Blüthen, Stamm, Aeste u. s. w.) sammt dem Humus, in welchem die Pflanzen wurzeln, sowohl am Tage als bei der Nacht verbrauchen. Allein die Sauerstoffproduction eines grossen mit Bäumen bewachsenen Platzes ist so gering, im Verhältniss zum ganzen Vorrath, dass sie für die Gesundheit der Anwohner auch nicht im Mindesten in Anschlag gegebracht werden kann. Ebenso ist es für die Bewohner eines Zimmers ganz gleichgültig, ob man darin grüne Blattpflanzen als Sauerstoffproduzenten halte oder nicht.

In der Atmosphäre eines mit Bäumen bewachsenen Platzes, eines mit Pflanzen besetzten Zimmers, eines Gewächshauses ist zu keiner Zeit mehr Sauerstoff nachzuweisen als in einem Zimmer oder in einem Stadttheil, welche keine Vegetation besitzen. Es rührt diess daher, weil durch Massenströmung und durch Diffusion eine sehr rasche Ausgleichung der Gase in der Atmosphäre stattfindet. Die Lüftung der Wohnungen ist für die Bewohner einer Stadt von hundertmal grösserer Bedeutung als die Erhaltung der grünen Plätze.

Man kann annähernd berechnen, wie viel Sauerstoff in der ganzen Atmosphäre enthalten ist, und man weiss ziemlich genau, wie viel von diesem Gas ein Hektar Kulturland jährlich ausscheidet. Wenn wir nun annehmen, dass der ganze mit Vegetation bedeckte Theil der Erdoberfläche so viel Sauerstoff bilde, als wenn er mit Buchenwaldung bestanden wäre, was viel zu viel ist, so beträgt die Gesammtmenge des von der Erdoberfläche produzirten Sauerstoffs doch bloss $\frac{1}{25000}$ des in der Atmosphäre enthaltenen Vorraths.

Würde alle Vegetation von der Erde verschwinden, Thiere und Menschen aber fortbestehen, so spürten dieselben selbst nach einem Jahrhundert noch keine Abnahme des Sauerstoffs, dagegen stürben sie schon viel früher wegen Kohlensäure-Anhäufung. Würde alle Vegetation in ganz Deutschland auf die Dauer vernichtet, so könnten die Bewohner gar nicht bemerken, dass in der Respirationsluft irgend eine Veränderung vorgegangen sei, und auch die chemische Analyse könnte eine solche Veränderung nicht darthun, ebensowenig als die vegetationslose Wüste eine andere Atmosphäre besitzt.

Es ist daher einleuchtend, dass man von der Sauerstoffproduction durch die Vegetation in einer Stadt und deren Umgebung auch nicht einmal sprechen würde, wenn man die quantitativen Verhältnisse kennte und würdigte[1]).

Die Erhaltung der Vegetation (Bäume, Sträucher, Rasen) in einer Stadt ist, wie aus den angeführten Thatsachen hervorgeht, mit Rücksicht auf das Athmungsgeschäft der Bewohner vollkommen gleichgültig. Dabei ist indess nicht zu übersehen, dass dieselbe grosse Annehmlichkeiten darbietet; sie gewährt dem Auge, das durch die Häuser und Strassen ermüdet ist, die Wohlthat, hin und wieder auf einem grünen Fleck sich zu erholen; sie gestattet alten, gebrechlichen und kranken

1) In München handelte es sich vor einigen Jahren darum, einen mit Bäumen bepflanzten Platz für den Bau einer Industriehalle zu verwenden. Ein Gutachten begründete die Erhaltung der „Eschenallee" auch damit, dass der von ihr gelieferte Sauerstoff für die Stadt vortheilhaft sei. Um eine bestimmte Vorstellung darüber zu gewinnen, stellte ich eine Berechnung an; sie ergab Folgendes:

Der fragliche Platz fasst wenig mehr als $\frac{1}{3}$ Hektar. Derselbe produzirt eine geringe Menge organischer Substanz und scheidet, wenn wir die bekannten Verhältnisse von Wiese und Wald zur Vergleichung benutzen, jährlich jedenfalls viel weniger als 1000 Kilogramm Sauerstoff aus. Nach Berechnungen, die sich auf den Holzverbrauch in Kasernen, Erziehungsinstituten, Spitälern und grösseren Familien stützen, treffen jährlich auf 1 Person durchschnittlich 1800 Kilogramm Hartholz.

Personen im Schatten zu lustwandeln und auszuruhen; sie macht es eher möglich, dass Kinder sich im Freien aufhalten und spielen. In der That thut es uns um jeden Baum leid, der aus einer Stadt verschwindet; und ein grüner Platz sollte nur geopfert werden, wenn unzweifelhafte hygienische Rücksichten (wie die Trockenlegung des Bodens) oder andere wichtige Interessen die unabweisliche Forderung stellen.

Wichtiger als die Umgebungen sind die Häuser selbst, wenn es sich um die Erhaltung der Gesundheit handelt; denn hier bringen wir in der Regel die grösste Zeit zu, namentlich die Nachtzeit, während welcher der Organismus gegen äussere schädliche Einwirkungen empfindlicher ist. Die Wohnungen sollen in zweifacher Rücksicht geschützt werden: gegen die gefährlichen Stoffe, die von aussen, namentlich aus dem Boden eindringen und gegen diejenigen, die sich in ihrem Innern bilden.

Der Schutz des Hauses gegen den Boden wird natürlich nur dann nothwendig, wenn der letztere siechhaft ist, wenn in demselben sich Miasmen bilden, die mit Luftströmungen herauskommen. In der Stadt ist diese Gefahr grösser als auf dem Lande, weil die Bodenoberfläche ausserhalb der Häuser im Allgemeinen die Grundluft besser zurückhält, und diese daher zwingt, ihren Austritt aus dem Boden durch die Häuser zu suchen.

Es wäre nun sehr wichtig, zu wissen, wo die Strömungen der Grundluft gewöhnlich in die Häuser eindringen und welche Wege sie in den Häusern selbst einschlagen. Versuche gewähren leider hierüber noch keinen, die Erfahrung nur geringen Aufschluss, und

Daraus lässt sich leicht die Sauerstoffmenge berechnen, welche zur Verbrennung nothwendig ist. Man weiss ferner, wie viel von diesem Gas beim Einathmen im Körper zurückbleibt.

Die Rechnung ergiebt nun, dass 1 Person in unserem Klima für den Athmungsprocess und für die Verbrennungsprocesse beim Kochen und Heizen jährlich zwischen 2300 und 2400 Kilogramm Sauerstoff verbraucht.

Wenn daher in der Nähe der Eschenallee ein früher unbewohntes Zimmer von einem Zimmerherrn bezogen wird, so geht mehr als doppelt so viel Sauerstoff verloren, als wenn die ganze Eschenallee verbaut würde; — und doch dürfte kaum Jemand Einsprache erheben, wenn die den Platz umgebenden Häuser selbst 50 Menschen mehr aufnehmen und damit der dortigen Atmosphäre die Wohlthat von 100 Eschenalleen entziehen wollten.

auch die Theorie giebt uns wenig Belehrung. Die letztere eröffnet uns zwei Möglichkeiten: entweder dringt die Grundluft durch den Kellerboden oder durch die Grundmauern in das Haus ein; entweder steigt sie durch die Zimmerräume oder durch die Mauern in dem Haus empor.

Was den Eintritt betrifft, so sollte man meinen, dass er eher durch die Grundmauern erfolge als durch den Kellerboden. Der letztere ist entweder gepflastert oder festgetreten, dabei oft feucht und schmutzig, sodass er Luftströme entweder ganz zurückhalten oder dann dieselben filtriren muss[1]). Dagegen ruht die Grundmauer auf dem unveränderten Untergrunde und stösst auch aussen an denselben an, sodass leicht Luft aus dem Untergrunde in die Mauer eindringen wird.

Was die Wege anlangt, welche die Grundluft nach dem Eintritt in das Haus einschlägt, so geschieht die Verbreitung natürlich sehr leicht durch die hohlen Räume (Zimmer und Treppenhaus) und kann mittelst der offenen oder schlecht schliessenden Thüren durch das ganze Haus geschehen. Dagegen dürfte die Mittheilung aus einem Zimmer in das andere durch die Zwischenmauern oder durch die Decken und Fussböden wegen des Verputzes oder der Tapetenbekleidung weniger leicht statt haben. Wegen dieses nämlichen Hindernisses kann auch die im Grund des Hauses in die Mauern eingedrungene Luft dieselben nicht überall verlassen. Sie wird aber meistens innerhalb der trocknen Mauern sich bewegen können, besonders leicht an der Oberfläche des Mauerkörpers und unter dem Bewurf, der Tapete oder dem Täfelwerk, sodass ihre Circulation durch das ganze Haus erfolgt.

Die Erfahrung bietet zur Entscheidung dieser Fragen nur wenig Anhaltspunkte. Die Thatsachen, dass zuweilen in einem oberen Stockwerk miasmatisch-contagiöse Erkrankung (an Cholera, Typhus) auftritt, während die unteren Stockwerke frei bleiben, dass ferner nicht selten nur die über einander liegenden Zimmer, sowie dass nur ein Zimmer eines Stockwerkes oder auch nur eine Seite oder eine Ecke eines Zimmers zur Infection sich disponirt zeigen, weisen, wie ich glaube, darauf hin, dass in diesen Fällen die miasmatische Grundluft eher durch die Mauern als durch die Zimmer, Gänge und das Treppenhaus aufgestiegen ist. Würde sie durch die Keller und die Zimmer gehen,

1) In einem trocknen Klima mit trocknem Boden (wie z. B. in München) ist auch der Keller trocken.

so müssten wohl die Bewohner der unteren Stockwerke früher ergriffen werden, als die der oberen; würde sie durch das Treppenhaus aufsteigen und von da in die Gänge gelangen, so könnte jedes Zimmer miasmatisch werden und es würde keine Beziehung zwischen den Stockwerken bestehen. In beiden Fällen könnte namentlich nicht leicht erklärt werden, woher es kommt, dass zuweilen nur die eine Seite eines Zimmers ergriffen wird. Denn wenn Luft durch den Fussboden oder durch die Thüre einströmt, so verbreitet sie sich ziemlich gleichmässig in dem ganzen Raum; man wird z. B. nie einen bestimmten Geruch dauernd in einer Zimmerecke wahrnehmen, wenn nicht etwa daselbst die riechende Substanz selber sich befindet.

Steigt dagegen die miasmatische Grundluft durch die Mauern empor, so wird sie da ausströmen, wo die höhere Zimmertemperatur einen Zug auf sie ausübt und wo sie durch eine mangelhafte Stelle des Bewurfes oder der Tapetenbekleidung den Ausgang findet. Sie kann also in jedem Zimmer des Hauses und an jeder Stelle eines Zimmers die Mauer verlassen. — Die ausgetretene Grundluft wird sich nun allerdings rasch ausbreiten, aber die Umgebung jener Austrittsstelle empfindet doch ganz überwiegend ihre Wirkung. Gesetzt es ergiesse sich ein schwacher miasmatischer Strom an einem Punkte der Mauer in ein Zimmer, so wird eine Person, die daselbst beschäftigt ist, die dort gewöhnlich sich hinsetzt, oder deren Bett dort steht, infizirt, während die übrigen in dem nämlichen Zimmer beschäftigten oder schlafenden Personen noch nichts verspüren. Denn die Menge der schädlichen Luft, welche eingeathmet wird, nimmt von der Austrittsstelle an nahezu mit dem Quadrat der Entfernung ab.

Dass die Grundluft durch die Mauern aufsteigen kann, wird auch durch die Thatsache nahe gelegt, dass das Leuchtgas, welches aus einer zerbrochenen Gasröhre in den Untergrund einer Strasse ausströmt, in einzelnen Fällen sehr wahrscheinlich durch die Mauern der Häuser sich bewegt. Denn es sind Erkrankungs- und Todesfälle durch Leuchtgas in Häusern vorgekommen, die keine Gasleitungen haben, und die Wirkung des Gases beschränkte sich auf ein einzelnes Zimmer, während in dem übrigen Haus nichts davon wahrgenommen wurde, oder auch auf eine Seite in einem Zimmer, während in dem übrigen Raum desselben der Geruch wenig bemerkbar war. In einem Falle betrug die Entfernung von dem Gasleitungsbruch bis zu dem Schlafzimmer, in welchem drei Personen starben, 10 Meter.

Rücksichtlich der Ursache, welche das Aufsteigen der Grundluft in den Häusern bewirkt, und die vorzüglich in den Temperaturdifferenzen besteht, finden wir eine Bestätigung in dem Umstande, dass aus einer undichten, unterirdischen Röhrenleitung das Gas im Sommer in die Atmosphäre entweicht und nur im Winter sich in die Häuser verbreitet und Erkrankungen bewirkt.

Wenn es aber auch wahrscheinlich ist, dass in einzelnen Fällen die Bodenluft durch die Grundmauern in das Haus eindringt, so mag der Eintritt manchmal an irgend einer andern Stelle der Grundfläche erfolgen. Bis man darüber etwas Bestimmtes weiss, kann ein wirksamer Schutz des Hauses gegen die miasmatischen Einflüsse des Bodens nur in einem Abschluss der ganzen Grundfläche gesucht werden.

Es giebt zwei Arten von vollkommen genügenden Abschlüssen: den luftdichten und den nassen oder staubdichten. — Der luftdichte Abschluss würde alle Grundluft von einem Hause abhalten. Derselbe wäre nur vor dem Bau herzustellen, er wäre kostspielig und leicht einer schwer zu reparirenden Beschädigung (durch den Druck der Mauern, durch den Winterfrost etc.) ausgesetzt. Desswegen dürfte sich nur der staubdichte Abschluss empfehlen, der einfacher, billiger, sicherer ist und auch nachträglich noch eingerichtet werden kann.

Für einen ausreichenden staubdichten Abschluss bedarf es nur einer nassen porösen Schicht an der ganzen Fläche, wo das Haus den Boden berührt. Durch dieselbe wird die eindringende Grundluft filtrirt, indem bloss die gasförmigen Verbindungen durchgehen, die staubförmigen Körperchen dagegen, somit auch die schädlichen Keime zurückgehalten werden.

Beim Bau eines Hauses lässt sich ein staubdichter Abschluss leicht herstellen. Er kann aus einer Schicht von Lehm, von Lehm vermischt mit Sägespähnen und Stroh, Humus bestehen, und kommt wohl am zweckmässigsten auf eine horizontale dünne trockne Mauer zu liegen. Das Maximum der erforderlichen Dicke ist $\frac{1}{2}$ Meter; es würde eine beträchtlich geringere Mächtigkeit genügen, wenn man sicher wäre, dass der Zusammenhang nie unterbrochen wird. — Eine solche Schicht muss beständig im benetzten Zustande erhalten werden, indem fortwährend oder von Zeit zu Zeit durch passend angebrachte Zuleitungsröhren etwas Brunnenwasser zufliesst, oder indem hin und wieder im Keller gespritzt wird. Ist sie durch die constant trockene Umgebung vor dem Auswaschen geschützt, so kann sie auch durch

Chlorcalcium oder Glycerin dauernd nass bewahrt werden. — In einem ältern Hause bewirkt man in Zeiten der miasmatischen Gefahr einen staubdichten Abschluss gegen den Boden, indem man die Grundmauern und den Boden der Kellerräume durch periodisch wiederholtes Spritzen oder gleichfalls durch Chlorcalcium und Glycerin hinreichend nass erhält. Zu diesem Zwecke helfen auch die Versitzgruben mit, wenn solche sich in der Nähe des Hauses befinden.

Man könnte den Schutz der Wohnungen vor der miasmatischen Grundluft noch auf eine ganz andere Weise anstreben, und diese wäre wenigstens zu versuchen, wenn man die Abschliessung des Hauses gegen den Boden nicht bewerkstelligen kann. Man weiss, dass das Leuchtgas, welches in dem Untergrund einer Strasse aus der zerbrochenen Leitungsröhre ausströmt, nur in die erwärmten Häuser und in diesen nur in die erwärmten Zimmer geht. Das wärmste Zimmer ist dasjenige, das von dem Leuchtgas vorzugsweise aufgesucht wird. Diese Erscheinung nun, die eine leicht erklärliche natürliche Ursache hat, liesse sich für prophylaktische Massregeln benutzen.

Es ist anzunehmen, dass die miasmatische Grundluft wenigstens in vielen Fällen die nämlichen Wege einschlage, wie das Leuchtgas; und jedenfalls muss sie, sie mag an irgend einem Punkte in das Haus eintreten, sich nach den am meisten erwärmten Räumen desselben hinziehen und einen Raum um so eher meiden, je kälter derselbe ist. Die wärmsten Wohnzimmer und besonders die geheizten Schlafzimmer sind also der miasmatischen Ansteckung besonders ausgesetzt. Es ist sehr wahrscheinlich, dass während der kalten Jahreszeit die Grundluft am Tage in die Wohnstube als den wärmsten Raum, Nachts aber in das geheizte Schlafzimmer, das nun seinerseits der wärmste Raum in der Wohnung geworden ist, ausströme.

Die Wohnstube lässt sich nicht durch Kaltstellen desinfiziren, dagegen die Schlafzimmer; und was diese betrifft, ist es um so nothwendiger, als der menschliche Körper während des Schlafes eine geringere Widerstandsfähigkeit gegen schädliche Einflüsse besitzt. Man sollte also auf einem siechhaften Boden, besonders in einer Zeit, wo das sinkende Grundwasser den Ausbruch einer Epidemie befürchten lässt, nur in kalten Zimmern schlafen. Ferner wäre es sehr rathsam, in einem Hause ein oder einige nicht bewohnte kleine Zimmer oder andere Räume, die an die Hauptmauern anstossen und zweckmässig vertheilt sind, sehr stark zu heizen und fortwährend auf einer hohen

Temperatur zu erhalten, damit die Grundluft sich dorthin ziehe und somit an einer unschädlichen Stelle ihren Ausgang finde. Der Luft dieser Ableitungsräume wäre ein Abzug nach aussen oder in die Schornsteine zu geben. Vielleicht liesse sich auch die höhere Temperatur derselben zweckmässig durch Wasserdampf oder kochendes Wasser herstellen, damit die staubförmigen schädlichen Körperchen niedergeschlagen werden.

Das Haus ist nicht bloss vor den schädlichen Keimen zu bewahren, die von aussen hereinkommen, sondern auch vor denen, die sich in seinem Innern bilden oder sich darin befinden. Doch kann ich unmöglich auf die einzelnen Verhältnisse, die sich hier so mannigfaltig gestalten, eintreten, und beschränke mich um so eher auf einige allgemeine Andeutungen, als das Meiste in diesem Gebiete noch unklar und unsicher ist.

Die Thatsachen, welche bei der Beurtheilung aller Erscheinungen die entscheidende Rolle spielen, sind die, dass die Spaltpilze nur in einer benetzten Substanz oder an einer benetzten Oberfläche entstehen, und dass sie sich bloss aus einer trocknen Substanz oder von einer trocknen Fläche frei machen, in die Atmosphäre entweichen und in unsern Körper gelangen können. Ausserdem kann noch in Frage kommen, ob die in der Nässe sich bildenden Spaltpilze unter den gegebenen Umständen eher Fäulnisspilze oder Miasmenpilze sein werden, und wir dürfen in dieser Hinsicht im Allgemeinen wohl annehmen, dass bei Anwesenheit von reichlichen organischen, besonders stickstoffhaltigen Nährstoffen Fäulnisspilze, an nassem Holz- und Mauerwerk dagegen Miasmenpilze entstehen.

Man spricht viel von ungesunden feuchten Wohnungen und Häusern. Ich weiss nicht, in welcher Weise allenfalls die Feuchtigkeit gesundheitsschädlich wirken kann. Jedenfalls nicht durch den Feuchtigkeitsgehalt der Luft, weil die Luft eines feuchten Zimmers in einem trocknen Klima, wo gerade die Nachtheile empfunden werden, trockner ist als die Luft aller, auch der trockensten Zimmer in einem sehr feuchten Klima, — ebenfalls nicht durch den Mangel an Ventilation, weil in einem trocknen Klima die Ventilation durch feuchte Backsteinmauern immer noch leichter vor sich geht als in einem sehr feuchten Klima durch alle Mauern, zumal wenn dieselben aus festem

(nicht porösem) Stein erbaut sind[1]). Eher dürften feuchte Mauern wegen der Verdunstung des Wassers als Kälte erzeugende Flächen etwas nachtheilig wirken, und in dieser Beziehung möchte ich namentlich nasse Fussböden für gefährlich halten. Uebrigens will ich nicht bestreiten, dass feuchte Wohnungen für das Wohlbefinden im Allgemeinen ungünstig sein können, wiewohl der Grund davon noch nicht aufgeklärt ist. Meine Aufgabe besteht nur darin, zu untersuchen, wie sie sich mit Rücksicht auf den viel wichtigeren Umstand betreffend die Wirksamkeit der niederen Pilze und die Beförderung der Infectionskrankheiten verhalten.

Rücksichtlich der Pilzvegetation sind feuchte Wohnungen und Häuser in der Regel unschädlich; denn es kommt selten vor, dass eine Oberfläche während längerer Zeit nass bleibt. In diesem Falle würden sich Spaltpilze und keine Schimmelpilze bilden. Meistens entziehen sich die wässrigen Niederschläge wegen ihrer Geringfügigkeit der unmittelbaren Wahrnehmung und geben sich nur durch die erfolgende Schimmelvegetation kund. Ausnahmsweise kommt es auch vor, dass eine Wand deutlich nass wird; aber dieser Zustand dauert meist nicht so lange, dass die Schimmelvegetation durch Spaltpilze verdrängt würde.

Die Meinung, dass feuchte Wohnungen der Gesundheit nachtheilig seien, rührt jedenfalls wesentlich davon her, dass man auf das Vorhandensein der Feuchtigkeit durch den Schimmel, der sich auf Wänden und andern Gegenständen ansetzt, aufmerksam wird und dass man die Pilze insgemein für schädlich hält. Diese Meinung wird unterstützt durch den eigenthümlichen Geruch, welchen die Schimmel verbreiten und welchen man als Modergeruch bezeichnet, wobei es nach allgemeiner Einbildung ja nicht anders sein kann, als dass der Modergeruch feindlich auf die Lebenskräfte einwirkt.

Wenn ich auch eine Schimmelvegetation für unschädlich halte, so ist sie doch keine Annehmlichkeit, und es wäre wünschbar, sie zu entfernen. Man hat auch wegen der Befürchtungen, den die Schimmel gewöhnlich einflössen, oft versucht, sie durch antiseptische Mittel zu vertilgen. Es muss aber dabei sehr vorsichtig verfahren werden,

1) Die Ventilation durch die Mauern ist im höchsten Grade unsicher und ungleich, je nach dem Material, nach dem Feuchtigkeitsgehalt, nach der Bekleidung der beiderseitigen Oberfläche mit Mörtel, Leimfarbe, Oelfarbe, Tapeten, Holz etc., und nach der Continuität dieses Ueberzuges. Es wäre daher überhaupt besser, die Mauerdurchlüftung ganz ausser Betracht zu lassen, und soweit es noch nöthig ist, die Ventilation auf künstlichem Wege vermittelst Durchbrechungen der Mauer herzustellen.

damit man nicht etwa, um sich von der Unannehmlichkeit des Schimmelgeruchs zu befreien, der Vergiftungsgefahr sich aussetze.

Die wirksamsten antiseptischen Mittel nämlich, die nicht flüchtigen Gifte, dürfen im Allgemeinen nicht angewendet werden, weil sie früher oder später unter den Staub des Zimmers und damit in unsern Körper kommen. Flüchtige Gifte, sowie Hitze (heisses Wasser) helfen nur für kurze Zeit; sie zerstören die vorhandene Vegetation, verhindern aber nicht die Bildung einer neuen. Ebenso verhält es sich mit Aetzkalk, welcher seine Wirkung nur so lange geltend macht, bis er sich in die kohlensaure Verbindung umgesetzt hat. Besser als Aetzkalk würden Aetznatron oder Aetzkali angewendet, welche auch nach der Vereinigung mit Kohlensäure noch antiseptisch zu wirken vermögen.

Wenn irgendwo die Feuchtigkeit unsern Wohnungen eine wirkliche Gefahr durch Pilzbildung bringt, so ist es in der Hausflur und in niedrigen Erdgeschossen der Fall, in denen wegen der tiefen Lage bei Regenwetter der Boden längere Zeit nass bleibt. In einem solchen Falle, der allerdings bei richtiger Bauart nicht vorkommt, würden sich Miasmenpilze bilden und nach dem Trocknen in die Luft fliegen. Im Uebrigen glaube ich nicht, dass tiefe Lage der Wohnräume wirklich schädlich sei. Kellerwohnungen, welche nicht geradezu eine nasstrockne Beschaffenheit besitzen, was jedoch kaum zu befürchten ist, sind wenigstens rücksichtlich der Pilzbildung nicht zu beanstanden; sie werden mehr oder weniger feucht und mehr oder weniger mit der unschädlichen Schimmelvegetation ausgestattet sein.

Da aber die Schimmelbildung immerhin eine Unannehmlichkeit ist, so wird man eine höhere Lage der Wohnungen vorziehen, und in dieser Beziehung möchte ich noch von einer Erscheinung sprechen, die vielfach unberücksichtigt bleibt. Der Boden der Städte wächst fortwährend in die Höhe; man findet römische Alterthümer in beträchtlicher Tiefe, Ueberreste aus dem Mittelalter in geringerer Tiefe. Eine rasche Erhöhung des Bodens hat den Nachtheil, dass die Häuser in denselben hineinwachsen und möglicherweise in ihren unteren Wohnungen feucht werden. Das Material, welches die Erhöhung bewirkt, ist aller mögliche Schutt, den ich zwar für durchaus ungefährlich halte, wenn der Boden beständig trocken oder beständig nass gehalten wird, der aber bei nasstrockner Beschaffenheit sehr siechhaft werden könnte. Es sollte immerhin, namentlich bei der Pflasterung

oder Macadamisirung der Strassen darauf geachtet werden, dass nicht eine Erhöhung, sondern eher eine Tieferlegung stattfinde[1]).

Die Feuchtigkeit hat aber nicht nur die Wirkung, dass sie die Bildung von schädlichen und unschädlichen Pilzen befördert; sie kann auch bei der Verbreitung der schädlichen Keime eine sehr wichtige Rolle spielen, und in dieser Beziehung wirkt sie nur vortheilhaft.

Ich habe gezeigt, dass ein Theil der Grundluft wahrscheinlich durch die Mauern aufsteigt. Sind nun dieselben so feucht, dass die Oberflächen ihrer Poren sich benetzen, und das ist sicher der Fall, wenn sich die Oberfläche der ganzen Mauer benetzt zeigt, so wird die miasmatische Grundluft filtrirt, indem ihre staubförmigen Körperchen in der feuchten Mauer zurückgehalten werden. Die Feuchtigkeit innerhalb der Mauern kann also in der Zeit vor und während einer miasmatisch-contagiösen Epidemie einen wesentlichen Nutzen gewähren.

Auch die nasse oder feuchte Oberfläche ist im Stande einen ähnlichen Dienst zu leisten. Die Zimmerluft ist voll feiner Stäubchen, welche beständig herumfliegen, bald da bald dort sich ansetzen und nachher wieder von der trocknen Fläche fortgeführt werden. Unter diesen Stäubchen giebt es auch viele Spaltpilze; die meisten derselben sind Fäulnisspilze oder andere gewöhnliche Formen; es können darunter auch Miasmenpilze, wenn das Haus auf einem siechhaften Boden steht, und selbst Contagienpilze sein, wenn Infectionskranke sich in der Nähe befinden. Sind die feuchten Wände eines Zimmers mit einer, wenn auch unsichtbar dünnen Schicht von Wasser überzogen, so bleiben die feinsten Stäubchen, vorzüglich die Spaltpilze, daran hängen. Die gleiche Wirkung hat eine mit Schimmel bedeckte oder eine unreine und schmierige Oberfläche. Es kann in dieser Weise die Luft eines feuchten Zimmers von den gefährlichsten Keimen, die sie enthält, frei werden.

1) In den Vorstädten Münchens, die noch so jung sind, ist der Boden ungewöhnlich rasch in die Höhe gewachsen, sodass man bei Ausgrabungen in Höfen und Strassen auf Alterthümer trifft, die nicht mehr als 50 Jahre alt sind. Auch sieht man deutlich, wie die älteren Häuser um einige Fuss gleichsam in den Boden versunken sind. Es rührt diess daher, dass die Strassen jährlich mit grobem und die Trottoirs mit feinerem Kies bedeckt wurden. Auch wurden in den letzten Jahren die Strassen bei Anlass der Canalisation noch vielfach erhöht und zwar in einzelnen Fällen selbst um ½ Meter und mehr. Wenn eine Nivellirung durchaus nothwendig ist, so wäre es wohl rationeller, sie theilweise oder grösstentheils durch Abgrabung, als einseitig durch Aufschüttung zu Stande zu bringen.

In neuerer Zeit stellt man an eine gesunde Wohnung zwei Bedingungen: Trockenheit und Reinlichkeit; und man dehnt diese Forderungen auch auf die Umgebungen, auf Strassen, Höfe und auf den Boden aus. Ich habe für verschiedene Fälle gezeigt, dass die Hygiene sich auf einem Irrwege befindet, wenn sie unbeschränkt und allgemein diese Bedingungen stellt. Es muss im Gegentheil für jeden einzelnen Fall entschieden werden, ob Trockenheit oder Feuchtigkeit, Reinlichkeit oder Unreinlichkeit vortheilhafter sei. So ist ein nasser und verunreinigter Boden vollkommen siechfrei; von einer benetzten und schmutzigen Strasse kann kein schädlicher Staub in die Atmosphäre kommen; eine feuchte Mauer mit schmieriger Oberfläche lässt keine miasmatischen Keime heraustreten und reinigt selbst die Zimmerluft von Infectionsstoffen.

Die Forderung nach Trockenheit und Reinlichkeit wurde ursprünglich für bestimmte Fälle ausgesprochen, wo sie gültig war, dann auf andere mehr oder weniger analoge, zuletzt auf alle, auch die unpassendsten Fälle übertragen. Es sind Schlagwörter unserer Zeit geworden, bei denen man ganz vergessen hat, was sie ursprünglich beabsichtigten, und bei denen man nie daran denkt, zu untersuchen, ob sie in dem einzelnen Fall begründet sind oder nicht. Es genügt, von einer Massregel zu zeigen, dass sie irgendwo die Trockenheit und die Reinlichkeit befördere, um ihr die gedankenlose Zustimmung des Publikums zu sichern.

Ich könnte mir recht gut denken, dass man von andern eben so sicheren Fällen ausgehend, zu der entgegengesetzten Forderung: Feuchtigkeit und Schmutz gelangen könnte. Und ich bin überzeugt, dass man in der Erfahrung eben so viele bestätigende Beispiele finden würde. Es giebt in der That eine Menge von Thatsachen, nach denen man diese verpönten Zustände geradezu als gesundheitsförderlich betrachten möchte. Der kränkliche Bewohner der trocknen und reinlichen Stadt geht Jahr für Jahr in das nasse und schmutzige Dorf, um zu genesen; jene Stadt hat Typhusepidemieen, dieses Dorf nicht. Die Stadt Lyon, welche zu Cholerazeiten als siechfreier Zufluchtsort von eigentlichen Völkerwanderungen aus andern Städten besucht und bewohnt wird, ist eine schmutzige übervölkerte Stadt und hat namentlich einen durch Auswurfsstoffe verunreinigten Boden. In den Kasernen haben die Zimmer neben den Abtritten weniger Kranke als die entfernteren. Manche schmutzigen Kulischiffe sind

frei von Cholera, während schöne und reinlich gehaltene Schiffe zuweilen von Epidemieen ergriffen werden. Die europäischen Truppen in Indien, die in stattlichen Gebäuden wohnen, sind der Seuche viel mehr ausgesetzt als die Eingebornen in ihren schmutzigen und überfüllten Hütten. Auch in Europa kommt es vor, dass die Cholera in einem Gefängniss, das ein wahres Muster von Reinlichkeit ist, heftig ausbricht und die unreinen und feuchten Wohnungen armer Leute verschont.

Wollte Jemand aus solchen Beispielen den Schluss ableiten, dass Feuchtigkeit und Schmutz in den Wohnungen, ihren nächsten Umgebungen und im Boden ein Schutz gegen die Infectionskrankheiten sei, so wäre er eben so sehr im Irrthume als die jetzt herrschende Meinung, die das Gegentheil behauptet. Es geht vielmehr aus diesen Thatsachen sowie aus der ganzen bisherigen Auseinandersetzung hervor, dass Trockenheit und Feuchtigkeit, Reinlichkeit und Schmutz nur eine nebensächliche Bedeutung haben, dass sie das Uebel nicht erklären und für allgemeine prophylaktische Massregeln unbrauchbar sind, dass vielmehr in jedem Einzelfall festzustellen ist, ob die Trockenheit und ob die Reinlichkeit Vortheil oder Nachtheil bringe oder gleichgültig sei.

Wenn der Bewohner des Karsts, der Jahr aus Jahr ein sein faules Pfützenwasser trinkt, gesund ist und der Bewohner einer Stadt oder eines Dorfes mit dem reinsten Quellwasser epidemisch erkrankt, wenn eine kleine schmutzige dumpfe Hütte, die auf feuchtem Lehm steht, siechfrei ist und ein stattliches Haus nebenan mit grossen luftigen und glänzend hellen Wohnräumen, dessen Fundament die Lehmschicht durchbricht und auf trocknem Kies ruht, siechhaft ist, so zeigt uns die wissenschaftliche Zergliederung, dass in diesen Fällen die Beschaffenheit des Trinkwassers und der Wohnräume gleichgültig ist.

Wenn wir aber sehen, dass in vielen südlichen Städten, wo Feuchtigkeit und Schmutz an der Tagesordnung sind, und ebenfalls in kleinern Städten und in Dörfern des mittlern Europas, welche die nämliche Beschaffenheit besitzen, durchschnittlich der Gesundheitszustand ein besserer ist als in grössern mitteleuropäischen Städten, die sich alle Mühe geben, trocken und reinlich zu sein, so sind wir berechtigt, uns zu fragen, ob hier die gegenwärtig betrachteten Umstände nicht eine Bedeutung haben. Sehen wir die Verhältnisse etwas genauer an.

Die Städte im Süden, auch Land- und Gebirgsstädtchen, sind alle auf einen möglichst kleinen Raum zusammengedrängt, die Häuser überall aneinander gebaut, die Gassen eng, schattig, ohne Luftzug, ohne freie Plätze. Auf den Strassen bringen die Leute den ganzen Tag in Arbeit oder Müssiggang zu; ein dumpfes Zimmer beherbergt Nachts oft eine ganze Familie, wie das in Mitteleuropa kaum als Ausnahme vorkommt. Den Bewohnern mangelt, im Vergleich mit unsern grossen Städten, Luft und Licht.

In den engen Gassen liegen die Abfälle der Küchen und aller möglichen Gewerbe, kleine Thierleichen, Auswurfsstoffe, welche in die Abtritte gehörten. Es kommt vor, dass der mitteleuropäisch civilisirte Mensch beim schönsten Wetter sich kaum durch den Schmutz durchwinden und kaum in den schlechten Gerüchen aufhalten kann. Ueberall sind die reichlichsten Fäulnissprocesse thätig und durch die höhere Temperatur zu einem Grade gesteigert, den wir nur auf künstlichem Wege im Brütkasten zu Stande bringen. Die Bewohner sind, im Vergleich mit unsern grossen Städten und nach unsern herrschenden Ansichten, einer wahrhaft verpesteten Luft ausgesetzt.

Fügen wir hinzu, dass Wände und Fussböden in den Häusern durchweg aus Stein gefertigt und meistens feucht und schmierig, gleichsam die Strasse im Kleinen sind, und dass die Wohnungen eine schlechte Ventilation und meistens keine wohlduftende Atmosphäre besitzen, so haben wir alles beisammen, was in Mitteleuropa als gesundheitsschädlich erklärt wird und was man um jeden Preis beseitigen will; — und wir sind erstaunt, dass die Bevölkerung dieser südlichen Städte, statt auszusterben, sich in besserem Wohlsein befindet, als wir, die wir alle diese Schädlichkeiten vermeiden.

Eine allgemein gültige Theorie, welche die günstigen Gesundheitsverhältnisse vieler südlicher Städte erklärte, giebt es sicherlich nicht. Offenbar treffen verschiedene Umstände zusammen, von denen bald der eine bald der andere mehr hervortreten mag. Es ist mir aber nicht zweifelhaft, dass auch Feuchtigkeit und Schmutz dabei eine Rolle spielen, weil sie eine staubfreie Atmosphäre bedingen.

Ich habe wiederholt auf die mit Staub erfüllte Luft unserer Wohnungen hingewiesen. Wenn wir auch dieselben so trocken und reinlich halten, dass sich keine schädlichen Keime bilden, so hilft uns diess wenig; die Keime kommen in Menge mit dem Staub von aussen herein und finden hier, da sie immer von den blanken Wänden wieder

zurückgeworfen werden, nirgends eine Stätte, wo sie sich festsetzen könnten bis sie mit der Athemluft in unsern Körper gelangen und daselbst von der Mundhöhle bis zu den Lungenbläschen, an den Schleimhäuten hängen bleiben.

In den südlichen Städten ist diese Kalamität des Staubes unbekannt. Es ist kaum Gelegenheit für dessen Bildung vorhanden, da die Strassen alle gepflastert sind und wegen des Schmutzes nie trocken werden, und da das Innere der Häuser sich in einem ähnlichen Zustande befindet. Von den Staubwolken, die bei Wind unsere Strassen verdunkeln und in unsere Wohnungen eindringen, hat man dort keine Ahnung.

Betrachten wir den Sonnenstrahl, der in ein elegantes Zimmer einer trocknen, luftigen und reinlichen mitteleuropäischen Stadt fällt; er zeigt uns, dass die Luft von Millionen Stäubchen wimmelt. Untersuchen wir die Luft in einem schmutzigen und dumpfen Zimmer einer südlichen Stadt ebenfalls mit Hülfe eines einfallenden Sonnenstrahls, so finden wir sie sehr rein; und wenn auch wenige Stäubchen darin sind, so bleiben sie bald an den schmierigen Wänden und Böden hängen, während wir durch unsere Einrichtungen der, Unmassen von Staub führenden, Luft nur gestatten, sich in unserem eigenen Körper zu reinigen.

In der südlichen Stadt bilden sich viel grössere Mengen von Spaltpilzen; aber dieselben bleiben in dem beständig feuchten Schmutz festkleben und gelangen nicht in die Luft. In unsern Städten entstehen sie in geringerer Zahl, aber sie werden durch unsere Massregeln für Trockenheit und Reinlichkeit gezwungen, zum grössten Theil in der Atmosphäre, die wir athmen, sich zu verbreiten.

Das erste Erforderniss ist Reinhaltung unserer eigenen Person, und zwar nicht bloss des auswendigen Menschen (durch Waschen, Baden, Wechseln der Wäsche, reinliche Kleidung), sondern besonders auch des inwendigen Menschen. Erst wenn wir dieses wichtigste Ziel erreicht haben, dürfen wir auch an minder wichtige denken und die Reinlichkeit auch auf unsere Umgebung ausdehnen. Wenn aber beides nicht vereinigt werden kann, so halte ich es für wünschenswerther, dass unsere Lunge reinlich sei, als unser Haus und die Strasse vor demselben.

Im Verlage von **R. Oldenbourg** in München sind ferner erschienen und durch jede Buchhandlung zu beziehen:

Buhl, Dr. Ludw., Lungenentzündung, Tuberkulose und Schwindsucht.

Zwölf Briefe an einen Freund. Zweite verbesserte Auflage.
1873. VI. u. 109 S. 8. brosch. Preis 4 ℳ.

Fleck, Dr. H. Prof., Benzoesäure, Salicylsäure, Carbolsäure, Zimmtsäure.

Vergleichende Versuche des Werthes der Salicylsäure als Desinfectionsmittel, insbesondere als Pilz- und Hefengift, sowie zur Begründung einer Desinfectionstheorie.
80 S. gr. 8. brosch. Preis 1 ℳ. 50 ₰.

Gudden, Dr. B. v., Experimentale Untersuchungen über das Schädelwachsthum.

1874. 48 S. gr. 4. mit 11 Tafeln in Lichtdruck. Carton mit Leinwandrücken. Preis 24 ℳ.

Kollmann, Dr. R., Die Mechanik des menschlichen Körpers.

Der naturwissenschaftlichen Volksbibliothek „Die Naturkräfte" XIII. Bd.
288 S. 8. mit 60 Holzschnitten. brosch. Preis 3 ℳ.

Mayer, Dr. Ludw., Die Wunden der Leber und Gallenblase.

1872. 239 S. gr. 8. mit Holzschnitten, 1 Uebersichtstabelle und 5 Lichtdrucktafeln. brosch. Preis 12 ℳ.

Niemeyer, Dr. P., Gesundheitslehre des menschlichen Körpers.

Der naturwissenschaftlichen Volksbibliothek „Die Naturkräfte" XVIII. Bd.
291 S. 8. mit 31 Holzschnitten. brosch. Preis 3 ℳ.

Ranke, Prof. J., Die Ernährung des Menschen.

Der naturwissenschaftlichen Volksbibliothek „Die Naturkräfte“ XX. Bd.

384 S. 8. mit Liebig's Portrait. brosch. Preis 3 *M.*

Pettenkofer, Prof. Dr. Max v., Boden und Grundwasser in ihren Beziehungen zu Cholera und Typhus.

140 S. gr. 8. brosch. Preis 3 *M.*

— — **Die Cholera in Syrien und die Choleraprophylaxe in Europa.**

1876. 25 S. gr. 8. brosch. Preis 48 *Pf.*

Voit, Prof., Anhaltspunkte zur Beurtheilung des sogenannten eisernen Bestandes für den Soldaten.

32 S. gr. 8. brosch. Preis 70 *Pf.*

— — **Ueber die Kost in öffentlichen Anstalten.**

Vortrag gehalten am 13. September 1875 in der ersten Sitzung des Congresses für öffentliche Gesundheitspflege zu München.

Nebst einem Anhange:

Methode der Untersuchung der Kost auf die in ihr enthaltenen Nahrungsstoffe.

59 S. Lex.-Form. brosch. Preis 1 *M.* 20 *Pf.*

Zeitschrift für Biologie von L. Buhl, Max v. Pettenkofer, C. Voit.

Erscheint seit 1865. Jedes Jahr ein Band von 4 Heften gr. 8. (à Heft ca. 9—10 Bogen) mit vielen Karten, Stadtplänen und Tabellen. Preis per Jahrgang 16 *M.*

Demnächst erscheint:

Voit, Prof., Untersuchung der Kost in einigen öffentlichen Anstalten.

Für Aerzte und Verwaltungsbeamte in Verbindung mit Dr. *J. Forster*, Dr. *Fr. Renk* und Dr. *Ad. Schuster* zusammengestellt.

215 S. Lex.-Form. Preis 4 *M.*

Bayerische Staatsbibliothek München

R. OLDENBOURG MUENCHEN.
1858

BUCHBINDEREI VON AUGUST WERZ • MÜNCHEN •

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Nägeli, Carl,

Die niederen Pilze in ihren Beziehungen zu den Infectionskrankheiten und der Gesundheitspflege

München 1877

Path. 880 q
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11360486-2